OBJECT LESSONS SERIES No. II.

(For the use of Teachers.)

पदार्थपाठमाला

गुच्छ दुसरा.

हें पुस्तक

नारायण विठ्ठल आपटे,

हेडमास्तर प्रॅक्टिसिंगस्कूल, ट्रेनिंगकालेज पुणें,

यांनीं लिहिलें.

मुंबईत

इंदुप्रकाश छापखान्यांत छापिलें.

सन १९०६.

किंमत आठ आणे.

प्रस्तावना.

पूर्वी प्रसिद्ध केल्याप्रमाणें पदार्थपाठमालेचा हा दुसरा गुच्छ व्यवसायबंधुभगिनींच्या हातीं देत आहें. माझ्या पहिल्या कृतींप्रमाणेंच ह्याचाही त्यांजकडून स्वीकार होईल अशी आशा आहे. मुलांच्या बालबोध व मोडी आणि मुलींच्या दुसऱ्या इयत्तेस लागणाऱ्या बहुतेक सर्व वस्तुपाठांचा प्रस्तुत पुस्तकांत संग्रह केला असल्यामुळें सर्व प्रकारच्या मराठी शाळांतील शिक्षकांस ह्या पुस्तकाचा चांगला उपयोग होईल.

इयत्तापत्रकाप्रमाणें दुसऱ्या इयत्तेस एका वर्षांत वीस वस्तुपाठ शिकवावे लागतात. या पुस्तकांत एकावन्न पाठ दिले आहेत. ह्मणून शिक्षकांस दरसाल तेच तेच पाठ शिकविण्याचा प्रसंग येणार नाहीं, व त्यांस आपापल्या इच्छेप्रमाणें व सोईप्रमाणें पाठांची निवड करण्यास पुष्कळ सवड मिळेल. पाठ ठरलेल्या समूहांच्या अनुक्रमानें लिहिले आहेत, तरी ते या पुस्तकांतील अनुक्रमानें शिकविण्याची आवश्यकता नाहीं. वर्षांत शिकविण्याच्या एकंदर पाठांची निवड केल्यावर एकेका समूहांतील पाठ मात्र अनुक्रमानें शिकवावे. पाठांच्या अनुक्रमांत रंगांविषयींचे पाठ आरंभीं घालावे.

शिक्षकानें शिकवितांना पुस्तक हातीं घेऊं नये, व केवळ पुस्तकावर भिस्त न ठेवितां स्थलभेदाप्रमाणें पाठांत योग्य तो फेरफार करून शिकवावें. सारांश, प्रस्तुत पुस्तकाचा शिक्षकानें मार्गदर्शकाप्रमाणें उपयोग करावयाचा आहे.

हें पुस्तक वाचण्यापूर्वीं बालशिक्षण भाग पहिला व दुसरा, या दोन पुस्तकांत 'वस्तुपाठ' या प्रकरणाचे आरंभीं ज्या सूचना लिहिल्या आहेत त्या अवश्य वाचून पहाव्या. त्या सर्व सूचना एथेंही पूर्णपणें लागू आहेत. शाळाखात्याकडून प्रसिद्ध झालेलें 'वस्तुपाठ कसे शिकवावे याविषयीं सूचना' हें पुस्तकही लक्ष्यपूर्वक वाचावें. सदरहु तीन पुस्तकांत वस्तुपाठ शिकविण्यासंबंधानें जीं मुख्य तत्त्वें सांगितलीं आहेत, त्यांकडे शिक्षक जितकें लक्ष पुरवितील तितकें थोडें.

हें पुस्तक रचितांना रिक्स्, गार्लिक आणि डेक्स्टर, मर्शे, साल्मन्, ह्युइट्, ह्याक्वूड्, टेलर इत्यादि अनेक इंग्रजी ग्रंथकारांच्या पुस्तकांचा मला बराच उपयोग झाला, त्याबद्दल त्या सर्व ग्रंथकारांचा मी फार ऋणी आहें.

ह्या पुस्तकांत कोठें कांहीं उणीव असेल व कोठें मतभेद असेल, त्याजबद्दल कोणी सूचना केल्यास त्यांचा साभार स्वीकार करून पुढील आवृत्तीचे वेळीं त्यांचा अवश्य विचार केला जाईल.

पुणें, ता० १ जान्युअरी १९०६.

ना० वि० आपटे.

अनुक्रमणिका.

समूह पहिला (अ).

समूह पहिला (ब).

समूह पहिला (क).

समूह दुसरा.

समूह तिसरा.

समूह चौथा.

समूह पांचवा.

समूह सहावा.

समूह सातवा.

समूह आठवा.

समूह नववा.

समूह दहावा.

समूह अकरावा. मुलींकरितां पाठ.

परिशिष्टें.

पदार्थपाठमाला
गुच्छ दुसरा.

पाठ पहिला.

दाह्य व ज्वालाग्राही पदार्थ.

पाठाचें साहित्य.—स्पिरिटचा दिवा किंवा मेणबत्ती, कागद, कापूस, तागाचे कापडाचा तुकडा, गवत, कापूर, लांकडाच्या ढलप्या, दगडी कोळसा, रेशीम, लोंकरीचें कापड, स्पंज, चामडें, पीस, पेनसिल; तांबें, पितळ, शिसें, लोखंड व जस्त यांच्या तारांचे तुकडे, राकेल किंवा टरपेंटाईन, खडू, वीट, मातीचें ढेपूळ, ताटली, चिमटा, हाडाचा तुकडा, गंधक, बूच व टिपकागद.

मुलांनो, प्रथम ही लांकडाची ढलपी व मग हा पेनसिलीचा तुकडा दिव्याच्या ज्योतीवर धरितों. काय झालें ? —लांकडाची ढलपी पेटली, पण पेनसिलीचा तुकडा पेटला नाहीं.—आतां मी फळ्यावर **जळणारे पदार्थ** व **न जळणारे पदार्थ** असे दोन मथळे दूर दूर लिहितों. लांकूड कोणत्या मथळ्याखालीं लिहूं? पेनसिल कोणत्या मथळ्याखालीं लिहूं ? बरें, आतां मी क्रमानें कागद, शिसें, गवत, लोखंडाची तार, कापूर व खडू हीं ह्या लोखंडी चिमट्यांत दिव्यावर धरितों. प्रत्येक वेळीं काय होतें तें तुह्मी नीट पहा, आणि हे पदार्थ कोणत्या मथळ्याखालीं लिहूं तें सांगा. शिसें जळत नाहीं तरी तें वितळतें, लोखंडाची तार जळत नाहीं तरी ती तापून लालभडक होते, इत्यादि विशेष गोष्टींकडे मुलांचें लक्ष पोंचवावें. पहिल्या मथळ्याखालीं लिहिलेल्या पदार्थांस तुह्मी कसले पदार्थ ह्मणाल ? —जळणारे पदार्थ.—फळ्यावर न लिहिलेले असे आणखी कांहीं जळणारे पदार्थ सांगा. जळणाऱ्या पदार्थांस दुसरें एक नांव आहे, तें तुह्मी लक्षांत ठेवा. जळणारा म्हणजे दाह्य. म्हणून जळणाऱ्या

पदार्थांस **दाह्य पदार्थ** ह्मणतात. दाह्य याचा अर्थ जळणारा, जळण्याजोगा असा आहे. ह्याच्या उलट न जळणारा ह्मणजे **अदाह्य.** ह्या मथळ्यांस हीं दुसरीं नांवें देतों. फळ्यावर न लिहिलेलीं अशीं अदाह्य पदार्थांचीं आणखी नांवें सांगा.

मुलांनो, मी आतां क्रमानें कागद व कातडें, कापूस व लोंकर, तागाचें कापड व लोंकरीचें कापड, लाकडाची ढलपी व हाडाचा तुकडा, कापूर व स्पंज, असे दोन दोन दाह्य पदार्थ दिव्यावर धरितों. तुह्मी प्रत्येक जोडींतील प्रत्येक पदार्थ जळत असतां नीट पहा व तुह्माला काय दिसून येईल तें मग सांगा.–प्रत्येक जोडींतील पहिला पदार्थ सहज जळतो व तो जळत असतां जाळ होतो,–ज्वाला निघते,–प्रत्येक जोडींतील दुसरे पदार्थ तितके सहज जळत नाहींत व ते दिव्यावरून बाजूस करितांच बहुधा विझतात. ह्या दुसऱ्या पदार्थांपैकीं बहुतेक पदार्थ जळत असतां जाळ होत नाहीं.–ज्वाला निघत नाहींत.–बरें. आतां मी **सहज जळणारे** व **सहज न जळणारे** असे दोन मथळे फळ्यावर लिहितों. या प्रत्येक मथळ्याखालीं कोण कोणत्या पदार्थांचीं नांवें लिहूं तें सांगा. आतां या दोहों मथळ्याखालीं लिहिलेले पदार्थ आपणास कोठून मिळतात तें एकेका पदार्थाचें नांव घेऊन एकेक जण सांगा. यावरून ह्या पदार्थांबद्दल तुह्माला सामान्य असें काय सांगतां येईल ?–पहिल्या मथळ्याखालील नांवें वनस्पतींपासून मिळणाऱ्या (उद्भिज्ज) पदार्थांचीं आहेत, व दुसऱ्या मथळ्याखालील नांवें प्राण्यांपासून मिळणाऱ्या (प्राणिज) पदार्थांचीं आहेत.—बरोबर. यावरून पदार्थांच्या जळण्यासंबंधानें काय बरें नियम दिसून येतो?—प्राणिज पदार्थांपेक्षां उद्भिज्ज पदार्थ सहज जळतात.–बरोबर.

हा स्लेटीचा तुकडा, खडू, मातीचें ढेपूळ आणि वीट दिव्यावर धरितों. काय होतें?–हे पदार्थ जळत नाहींत.–हे पदार्थ आपणास कोठून मिळतात?–खाणींतून किंवा जमिनींतून.–मग या पदार्थांना सामान्य नांव काय आहे?–खनिज.–बरोबर. आतां हा गंधकाचा खडा दिव्यावर धरितों. काय झालें ?–गंधक जळला, तो जळतांना निळा

जाळ झाला व गंधकाचा धूर चोहोंकडे पसरून घाण सुटली.—आतां हा दगडी कोळसा दिव्यावर धरितों. काय होतें?—दगडी कोळसा जळतो.—आतां तांबें, पितळ व लोखंड यांच्या तारांचे तुकडे दिव्यावर धरितों. काय झालें?—तारांचे तुकडे तापून लाल झाले, पण जळले नाहींत.—आतां हा शिशाच्या तारेचा तुकडा दिव्यावर धरितों. काय झालें?—तारेचा तुकडा जळला नाहीं पण तो वितळून त्याचा रस झाला.—हा एक जस्ताच्या तारेचा तुकडा आहे. हा दिव्यावर धरितों. काय होतें तें नीट पाहून सांगा.—जस्ताच्या तारेचा तुकडा जळला, त्याची राख झाली, व तो जळतांना पांढरा प्रकाश पडला.—ह्या ज्या गोष्टी तुह्मी आतां पाहिल्या त्यावरून तुह्माला कोणत्या सामान्य गोष्टी समजल्या?—बहुतेक खनिज पदार्थ जळत नाहींत, परंतु गंधक, दगडी कोळसा वगैरे कांहीं खनिज पदार्थ जळतात. दुसरी गोष्ट, बहुतेक धातु जळत नाहींत, परंतु जस्त वगैरे कांहीं धातु जळतात.—

हा कापूस व ही लोंकर हीं जळतात, पण तीं कशीं जळतात तें पाहून पदार्थांच्या जळण्यासंबंधानें त्यांत काय भेद तुह्माला आढळतो तो सांगा.—कांहीं पदार्थ सहज जळतात व त्यांचा जाळ होतो; आणि कांहीं पदार्थ धुमसत धुमसत जळतात, त्यांचा जाळ होत नाहीं.—आतां हा कापराचा खडा व हा टरपेंटाईनमध्यें [किंवा राकेलमध्यें] बुडविलेला टिपकागदाचा तुकडा पेटवितों. तसेंच ह्या ताटलींत ह्या दिव्यांतली थोडी स्पिरिट ओतून ती पेटवितों. ह्या पदार्थांत जळण्यासंबंधानें काय फरक आढळला व त्यावरून कोणती सामान्य गोष्ट समजली?—कांहीं पदार्थ जळतांना खूब धूर निघतो व कांहीं पदार्थ जळतांना मुळींच धूर होत नाहीं.—आतां पुन्हा हा कापूर, कागद, लांकडाची ढलपी व हा बूच हीं पेटवून जळूं देतों. हीं सर्व जळून गेलीं. ह्या पदार्थांवरून पदार्थांच्या जळण्यासंबंधानें तुह्माला काय आढळलें?—कांहीं पदार्थ जळून साफ नाहींसे होतात पण कांहीं पदार्थ जळून त्यांची राख होते.—मुलांनो, दाह्य व अदाह्य पदार्थ ह्मणजे काय आणि दाह्य पदार्थ कसे जळ-

तात वगैरे बरीच माहिती तुह्माला आज मिळाली. दाह्य पदार्थांपैकीं कित्येक पदार्थ जळत असतां त्यांपासून ज्वाला निघते हें तुह्माला समजलेंच आहे. अशा पदार्थांस **ज्वालाग्राही** असें नांव आहे. इतर दाह्य पदार्थांस **अज्वालाग्राही** असें ह्मणतात. तसेंच, कापरासारखे कित्येक पदार्थ पटकन पेट घेतात, त्यांस **शीघ्रज्वालाग्राही** ह्मणजे लवकर पेट घेणारे असें ह्मणतात, व इतरांस **मंदज्वालाग्राही** ह्मणजे सावकाश पेट घेणारे असें ह्मणतात. ज्वालाग्राही, शीघ्रज्वालाग्राही व मंदज्वालाग्राही ह्या प्रत्येक प्रकारच्या पदार्थांचीं पांच पांच नांवें सांगा. दाह्य व ज्वालाग्राही पदार्थांचा आपल्यास कोणकोणते कामीं उपयोग होतो, व त्यांच्यावांचून आपलें क्षणभरही कसें चालणार नाहीं, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. मुलांनीं दाह्य व ज्वालाग्राही पदार्थांसंबंधानें किती व कशी सावधगिरी बाळगिली पाहिजे, आपले कपडेलत्ते ह्यांचा अशा पदार्थांशीं संबंध येऊन अपघात होण्याचा कसा संभव असतो, वगैरे गोष्टी मुलांच्या निदर्शनास आणून द्याव्या व मग पाठ पुरा करावा.

फळ्यावरील टिप्पण.

दाह्य पदार्थ.—जळणारे पदार्थ.

अदाह्य पदार्थ.—न जळणारे पदार्थ.

दाह्य पदार्थांचे प्रकार दोन. ज्वालाग्राही व अज्वालाग्राही.

ज्वालाग्राही.—जळतांना जाळ होणारे.

अज्वालाग्राही.—जळतांना जाळ न होणारे, धुमसत जळणारे.

ज्वालाग्राही पदार्थांचे प्रकार दोन. शीघ्रज्वालाग्राही व मंदज्वालाग्राही.

शीघ्रज्वालाग्राही.—पटकन पेट घेणारे.

मंदज्वालाग्राही.—पटकन न पेटणारे.

हें टिप्पण फळ्याचे एका अर्धावर लिहून दुसरे अर्धावर पाठांत सांगितलेल्या फळ्यावर लिहिण्याच्या गोष्टी लिहाव्या.

पाठ दुसरा.

ज्वाला किंवा ज्योत.

पाठाचें साहित्य.—दोन मेणबत्या, मिळाल्यास स्पिरिटचा दिवा, लांकडाची ढलपी, गवत, कापूर, आगकाड्यांची पेटी, चाकू व पांढरा जाड कागद.

मागील पाठाची थोडक्यांत उजळणी करावी, व दाह्य आणि ज्वालाग्राही पदार्थांचा आपणास मुख्यत्वेंकरून उष्णता व प्रकाश हीं उत्पन्न करण्याचे कामीं अत्यंत उपयोग होतो, ही गोष्ट मुलांकडून काढून घ्यावी. मेणबत्ती किंवा स्पिरिटचा दिवा लावावा. लांकडाची ढलपी, गवताच्या काड्या, कापूर हीं पेटवावीं. हीं जळतांना जो जाळ होतो त्यास **ज्वाला** ह्मणतात. आगकाडी ओढून जळूं द्यावी. आगकाडीच्या जाळालाही ज्वालाच ह्मणतात. आगकाडीचा जाळ आणि मेणबत्ती किंवा दिवा जळत असतां जो जाळ दिसत असतो तो, हे वस्तुतः एकच होत, तरी मेणबत्तीच्या किंवा दिव्याच्या जाळाला **ज्योत** ह्मणतात. **ज्वाला** आणि **ज्योत** हे शब्द जरी वेगळे आहेत तरी त्यांचें स्वरूप एकच आहे. ह्या सर्व गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

मुलांनो, ज्वाला किंवा ज्योत, हीं एकच होत. तीं काय आहेत ह्याविषयीं आपण आज थोडासा विचार करूं. ही मेणबत्ती लावून टेबलावर बसवितों. मेणबत्तीस वारा लागूं नये ह्मणून टेबलासमोरच्या खिडक्या बंद करून घ्या. पहा, मेणबत्ती संथ जळत आहे. तिच्या ज्योतीचा आकार कसा दिसतो ?—मुळा, गाजर यांच्यासारखा.—अशा आकारास काय नांव आहे ?—शंकूसारखा आकार, शंक्काकार. —बरोबर. ज्योतीचा कोणता भाग जाड व कोणता भाग निमुळता आहे ?—खालचा भाग जाड असून वर निमुळता होत गेला आहे. —दुसरी मेणबत्ती पेटवून ती प्रथम वेगवेगळ्या प्रकारांनीं कलती धरून मग उलटी धरून दाखवावीं, आणि दिव्याची ज्योत किंवा ज्वाला जळणारा पदार्थ कसाही धरिला तरी शंक्काकार असते, तिचा जाड

भाग खालीं असून निमुळतें टोंक नेहमीं वरतींच असतें, ह्या गोष्टी मुलांचे अनुभवास आणून द्याव्या. ज्योतीस किंवा ज्वालेस अस आकार कां व कसा येतो हें एथें मुलांस सांगण्याचें कारण नाहीं.

मुलांनो, आतां ज्योतीचा रंग कसा आहे तें सांगा.—ज्योत लाल रंगाची असून तींत पिवळट झांक आहे, व ती फार तेजस्वी आहे.—तिच्या तेजस्वीपणामुळेंच आपणास प्रकाश मिळतो, व ती तेजस्वी ज्या कारणानें होते, त्यामुळेंच तीपासून उष्णता उत्पन्न होते. हें कसें होतें तें तुह्माला पुढें समजेल. ज्योतीसभोंवतीं स्लेट फिरवून फिरवून तिच्या आड धरावी, व ज्योतीचा प्रकाश तिच्या सर्व बाजूंनीं निघत असतो, हें मुलांचे अनुभवास आणून द्यावें. तसेंच मुलांस ज्योतीच्या निरनिराळ्या बाजूंजवळ बोट नेण्यास सांगून तिच्या सर्व भागांतून उष्णता निघत असते, हेंही मुलांचे लक्ष्यांत आणून द्यावें. मुलांनो, जळणें ह्मणजे काय, व पदार्थ जळत असतां काय क्रिया चालते, ह्या गोष्टी समजण्यास बऱ्याच कठीण आहेत, ह्मणून त्या तुह्माला पुढें शिकविल्या जातील. पण ज्वाला किंवा ज्योत ह्यांचें सामान्य स्वरूप तुमच्या सहज लक्ष्यांत येईल. हें चाकूचें पातें पहा ज्योतींतून कसें सहज आरपार निघून जातें. चाकूनें ज्योत कापत नाहीं किंवा चाकू ओलसरही होत नाहीं, ह्यावरून तिजविषयीं तुह्मी काय अनुमान करूं शकाल?—ज्योत हा घन पदार्थ नाहीं किंवा पाण्यासारखा पातळ (द्रवरूप) पदार्थही नाहीं; अर्थात तो हवेसारखा वायुरूप पदार्थ असला पाहिजे.—अगदीं बरोबर.

मुलांनो, तुह्माला आतां ज्योतीबद्दल आणखी एकच गोष्ट सांगावयाची आहे. तुह्मी मघां ज्योतीचा रंग तेजस्वी पिवळट तांबडा सांगितला. पण आतां पुन्हा ज्योतीकडे निरखून पहा, व सर्व ज्योत एकाच रंगाची दिसते कीं काय तें सांगा.—नाहीं. सर्व ज्योत एकाच रंगाची दिसत नाहीं.—ज्योतीच्या वर धुराचा किंवा काजळाचा लोट चाललेला असतो, व हा लोट ज्योतीच्या आंतून निघत आहे असें दिसतें. ज्योतीचा अगदीं मधला भाग काळा दिसतो, त्याच्या

बाहेरचा भाग पूर्ण प्रकाशित व तेजस्वी दिसतो, आणि अगदीं बाहेरचा तिसरा भाग निळसर व किंचित प्रकाशित असा दिसतो. ज्योतीचा हा तिसरा भाग बहुतेक अदृश्य असतो असें ह्मटलें तरीही चालेल. हे तिन्ही भाग शंक्वाकार असतात. [आकृति १ पहा.] ह्या सर्व गोष्टी मुलांस नीट समजावून द्याव्या. फळ्यावर ज्योत व तिचे भाग स्पष्ट काढून दाखवावे. मुलांनो, ज्योतीचे तीन भाग चांगले लक्ष्यांत येण्याकरितां आपण दोन प्रयोग करूं. हा पांढरा जाड कागद ज्योतींत एकदम घालून आडवा धरितों व तो पेटण्यापूर्वी झटकन बाहेर काढतों. ह्याला मध्यें मशेरी किंवा काजळ लागलें आहे पहा. ह्यावरून वर जो काजळाचा किंवा धुराचा लोट चालला आहे तो ज्योतीच्या मधल्या भागांतून चालला आहे हें उघड झालें. ज्योतीचा मधला भाग काळा कां दिसतो तें आतां तुमच्या लक्ष्यांत आलेंच असेल. कागदाची ही मशेरी साफ पुसतों. कागदावर आतां काय दिसतें?—कागदावर पिवळसर रंगाचें एक कडें उठलें आहे. कागद नुकताच जळूं लागल्यामुळें तें कडें उठलेलें असावें.—बरोबर. ज्योतीचा दुसरा भाग जळत असतो. यामुळें त्या भागांत शिरलेला कागद पहिल्यानें पेट घेतो हें उघड आहे. ज्योतीच्या पूर्ण प्रकाशित अशा दुसऱ्या भागाचे बाहेर बहुतेक अदृश्य व निळसर तिसरा भाग असतो तो तुह्माला दाखवितों नीट पहा. ह्या कागदाचें टोंक ज्योतीजवळ नेतों. कागद पेटण्यास त्याचा ज्योतीच्या प्रकाशित भागास स्पर्श झाला पाहिजे खरें ना? पण बघा ज्योतीच्या प्रकाशित भागास स्पर्श होण्यापूर्वींच कागदाचें टोंक पेटतें. ज्योतीचा तिसरा भाग जरी स्पष्ट दिसत नाहीं, तरी तो चांगला जळत असल्यामुळें त्यास कागदाचा स्पर्श होतांच तो पेट घेतो. ज्योतीच्या तीन भागांविषयीं तुह्माला काय काय समजलें?—ज्योतीच्या मध्यभागीं जळण्याची क्रिया चालत नाहीं. तो भाग धूर वगैरेचा बनलेला असतो. त्याचे भोंवतालचा दुसरा भाग जळत असतो व तो पूर्ण तेजस्वी आणि प्रकाशित दिसतो. तिसऱ्या भागांत जळण्याची क्रिया फार जोरानें चालते.

हा भाग निळसर दिसतो, व तो बहुतेक अदृश्य असा भासतो.— अगदीं बरोबर. दिव्याची ज्योत असो किंवा कोणत्याही जळणाऱ्या पदार्थाची ज्वाला असो, त्यांचें स्वरूप एकच. ज्वाला किंवा ज्योत ह्यांविषयीं इतकी माहिती तुह्माला तूर्त पुरे आहे. ह्यांविषयीं जास्त माहिती तुह्माला पुढें मिळेल.

फळ्यावरील टिप्पण.

ज्वाला किंवा ज्योत.

आकार.—शंकूसारखा. निमुळता भाग नेहमीं वर.

रंग.—पिवळट तांबडा व फार तेजस्वी.

प्रकाश व उष्णता.—सर्व बाजूंनीं पसरतात.

स्वरूप.—वायुरूप.

भाग.—तीन भाग. अगदीं आंतील भाग धूर वगैरेनीं बनलेला. हा जळत नाहीं. दुसरा भाग जळत असतो व पूर्ण प्रकाशित आणि तेजस्वी असतो. तिसरा भाग निळसर रंगाचा व बहुधा अदृश्य असा असतो. हा जोरानें जळत असतो.

पाठ तिसरा.

पाणी (भाग पहिला).

पाठाचें साहित्य.—सहा काचपात्रें, पाणी, दूध, तीन चार रंगांच्या शाया किंवा पातळ रंग, कागद, दोन तीन वासाचे पदार्थ, टरपेंटाईन किंवा हिंग, दगड, लांकूड, स्पंज व पीठ.

बालशिक्षण भाग दुसरा यांतील पहिल्या तीन पाठांत पाण्याचे धर्मांविषयीं जें सांगितलें आहे त्याची थोडक्यांत उजळणी करावी. पाण्यास द्रवरूप पदार्थ कां ह्मणतात तें विचारून घेऊन त्याची दगड, पीठ, स्पंज, लांकूड इत्यादि पदार्थांशीं तुलना करवावी.

मुलांनो, हें एथें पाण्यानें भरलेलें काचपात्र आहे. तें घेऊं, व त्याचें निरीक्षण करून पाण्याविषयीं आपल्याला आणखी काय माहिती

मिळते तें पाहूं. पाण्याचे काचपात्राशेजारीं निरनिराळ्या काचपात्रांतून दूध, तांबडी शाई, काळी शाई, जांभळी शाई वगैरे रंगीत पातळ पदार्थ ठेवावे. ह्या सर्व पात्रांतील पदार्थांचें निरीक्षण करवून पाण्यास रंग नाहीं ही गोष्ट मुलांकडून काढून घ्यावी. ह्या पाण्यानें भरलेल्या काचपात्रापलीकडे हा कागद किंवा दुसरा कोणताही पदार्थ धरिला असतां तो दिसतो, ह्यावरून पाणी कसें आहे ह्मणून तुह्मी ह्मणाल ?—पाणी पारदर्शक आहे.—दूध, उंसाचा रस, लिंबाचा रस, अगर दुसरे कांहीं पदार्थ व पाणी हीं मुलांकडून चाखवावीं. पाण्याशिवाय इतर सर्व पदार्थांस कांहीं तरी चव आहे, परंतु पाण्यास कसलीही चव नाहीं, ही गोष्ट त्यांजकडून काढून घ्यावी. मुलांस डोळे झांकण्यास सांगून त्यांच्या नाकाजवळ दूध व इतर वासाचे पदार्थ न्यावे. मुलें डोळे मिटले असतांही केवळ वासावरून ते पदार्थ ओळखतील. नंतर ह्याचप्रमाणें पाणीही नाकाजवळ न्यावें. तें त्यांस ओळखतां येईलच असें नाहीं. कां कीं, पाण्यास कसलाही वास नाहीं. पाणी केवळ गंधहीन असतें; त्यास कसलाही वास येत नाहीं, ही गोष्ट मुलांकडून काढून घ्यावी.

मुलांनो, त्या पलीकडल्या पेटींत मी काल दोन वस्तु ठेविल्या आहेत. कालपासून आतांपर्यंत ती पेटी बंद आहे. त्या दोन वस्तूंपैकीं एक पाण्यानें भरलेलें काचपात्र आहे. दुसरी वस्तु कोणती आहे तें तुह्माला मग समजेल. मी पेटी उघडून पाण्यानें भरलेलें काचपात्र आणितों. ह्या पाण्यास कसला वास येतो आहे तें पहा.—ह्यास टरपेंटाईनचा वास येत आहे.—बरोबर. त्या पेटींत मी जी दुसरी वस्तु ठेविली आहे ह्मणून सांगितलें, ती टरपेंटाईनची बाटली होय. [टरपेंटाईनच्या ऐवजीं चांगला हिंग किंवा दुसरा कोणताही तीक्ष्ण वासाचा पदार्थ घेतला तरी चालेल.] ती मी मुद्दाम उघडीच ठेविली होती. पाण्यांत टरपेंटाईन थोडेंसुद्धां घातलेलें नव्हतें. फक्त टरपेंटाईनची उघडी बाटली पाण्याचे काचपात्राशेजारीं ठेविली होती, मग पाण्यास टरपेंटाई-

नचा वास कसा लागला ? टरपेंटाईनचे फार बारीक, अगदीं सूक्ष्म कण एकसारखे हवेंत उडून जात असतात, व ते टरपेंटाईनचे कण पाणी हवेंतून शोषून घेतें, ह्मणून पाण्यास टरपेंटाईनचा वास लागतो. ह्यावरून पाण्याचा कोणता धर्म तुह्माला समजला ?— पाणी हें फार शोषक आहे. तें वायूंस शोषून घेतें, व ते वायु त्यांत विरून जातात.—पाणी वायूंस शोषून घेतें, ह्मणून आपण पिण्याकरितां व स्वयंपाकाकरितां जें पाणी उपयोगांत आणितों तें घाणेऱ्या पदार्थांपासून दूर ठेविलें पाहिजे. नाहीं तर त्या घाणेऱ्या पदार्थांचा वास पाण्यास लागण्याची भीति असते. कुजणाऱ्या वनस्पति व कुजणारे पदार्थ यांपासून दुर्गंधयुक्त वायु निघत असतात. असे पदार्थ पाण्याशेजारीं असल्यास पाणी ते घाणेरे वायु शोषून घेतें, आणि असें दूषित पाणी जर आपल्या पिण्यांत आलें तर आपणास त्यापासून अनेक विकार होतात. यास्तव पाणी स्वच्छ व शुद्ध राखण्याविषयीं फार जपलें पाहिजे.

मुलांनो, पाण्याच्या मुख्य धर्माविषयीं आज तुह्माला बरीच माहिती झाली. पाण्याच्या अंगच्या ह्या धर्मांमुळें आपणास तें कसकसें उपयोगीं पडतें तें आतां पाहूं. मुलांनो, पाण्याचा सर्वांत मुख्य उपयोग कोणता ?—पाणी पिण्यास उपयोगी पडतें हा मुख्य उपयोग होय.— आपणास फार तहान लागली असतां आपण पाण्याखेरीज आणखी कोणते पदार्थ पितों ?—दूध, सोडावाटर, चहा, काफी, सरबत वगैरे.— बरोबर, हे पदार्थ चवदार असल्यामुळें आपणास पाण्यापेक्षां अधिक आवडत असतील. परंतु पाण्यानें तहान भागून जसें समाधान होतें तसें ह्या पदार्थांपासून होतें काय ?—नाहीं.—शिवाय पिण्याच्या ह्या सर्व पदार्थांत पाणी असतेंच. [दुधांत अंगचेंच पुष्कळ पाणी असतें ह्याची मुलांस आठवण द्यावी. पिण्याच्या इतर पदार्थांत पाणी प्रत्यक्षच घालावें लागतें.] पाण्यास अंगची चव किंवा वास नसल्यामुळेंच तें आपल्यास तहान भागविण्यास फार उपयोगीं पडतें, व यामुळेंच आपणास दुसरे पिण्याचे पदार्थ आपल्या इच्छेप्रमाणें बनवितां येतात. पाण्यास स्वतांची चव व वास हीं

असतीं तर त्याचा तसा उपयोग होता ना. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. पाण्याचा दुसरा मुख्य उपयोग कोणता बरें आहे?—पाणी अन्न शिजविण्यास उपयोगीं पडतें.—पाणी रंगहीन, रुचिहीन व गंधहीन असल्यामुळेंच त्याचा अन्न तयार करण्यास उत्तम उपयोग होतो. पाण्यास स्वतांचा रंग, रुचि किंवा वास असता तर प्रत्येक पदार्थास तोच रंग, तीच रुचि व तोच वास येऊन कसा घोंटाळा झाला असता तें मुलांकडून काढून घ्यावें. पाण्याचा तिसरा उपयोग कोणता?—पाणी धुण्यास व सर्व प्रकारची स्वच्छता राखण्यास उपयोगीं पडतें.—बरोबर. आपलीं शरीरें, कपडे, घरें, सामानसुमान हीं आपल्यास स्वच्छ ठेवावीं लागतात, हीं स्वच्छ न ठेविलीं तर काय होतें, व हीं स्वच्छ ठेवण्यास पाणी कसें उपयोगी आहे, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. तसेंच पाण्यास एखादा रंग असता तर आपलीं शरीरें किंवा इतर वस्तु धुतल्यावर त्यांस तोच रंग आला असता, व पाण्यास वास असता तर सर्व वस्तूंस तोच वास लागला असता, पाण्यास रंग व वास नसल्यामुळेंच त्याचा धुण्याचे कामीं इतका उत्तम उपयोग होतो. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

मुलांनो, पाण्यांत मासे व दुसरे पुष्कळ प्राणी राहतात, व आपल्याप्रमाणें त्यांसही श्वासोच्छ्वास करण्यास हवा मिळाली पाहिजे, ह्या गोष्टी तुह्मास माहीतच आहेत. पाण्यांत राहणाऱ्या माशांस हवा कशी बरें मिळत असावी?—मासे वगैरे श्वासोच्छ्वास करण्यास पाण्यावर येतात.—बरोबर. मासे कधीं कधीं पाण्यावर येतांना दिसतात खरें; तरी तेवढ्यानें त्यांचें काम होत नाहीं. शिवाय पाण्यावर कधींच न येणारे असे मासे व दुसरे प्राणी आहेत, त्यांस पाण्यामध्येंच हवा मिळण्याची तजवीज असावी लागते. ती काय बरें असावी?—पाणी हवेस व इतर वायूंस शोषून घेतें, असें मघांच्या प्रयोगावरून आह्मास समजलें. अर्थात पाण्यानें शोषून घेतलेल्या हवेचा पाण्यांत राहणाऱ्या प्राण्यांस श्वासोच्छ्वास करण्यास उपयोग होत असावा.—अगदीं बरोबर. [पाण्यांतील आक्सिज-

नाचाही जलचर प्राण्यांस पुरवठा होत असतो. परंतु ही गोष्ट एव्हां मुलांस सांगण्याचें कारण नाहीं.] पाणी जर वायुशोषक नसतें तर पाण्यांत राहणाऱ्या प्राण्यांचें जगणें बहुतेक अशक्य झालें असतें. मुलांनो, पाण्याच्या अंगच्या दुसऱ्या एका मुख्य धर्मामुळें तें फार उपयोगी झालें आहे. त्या धर्माबद्दल माहिती तुह्मास पुढल्या खेपेस सांगेन.

फळ्यावरील टिप्पण.

पाण्याचे आणखी कांहीं धर्म.

१. पाण्यास रंग नाहीं.
२. पाणी पारदर्शक आहे.
३. पाण्यास चव नाहीं.
४. पाण्यास वास नाहीं.
५. पाणी वायुशोषक आहे.

पाण्याचे मुख्य उपयोग.

पाणी (१) पिण्यास, (२) अन्न शिजविण्यास व (३) सर्व प्रकारची स्वच्छता राखण्यास उपयोगीं पडतें, आणि (४) पाण्यांत असंख्य प्राणी राहूं शकतात.

पाठ चौथा.

पाणी (भाग दुसरा).

पाठाचें साहित्य.—दोन काचपात्रें, पाणी, ताटली, स्पिरिटचा दिवा किंवा मेणबत्ती, थोडेसे बारीक खडे, मिठाचे व साखरेचे मोठाले खडे, बारीक मीठ, कोळसा, चुना, तुरटी, चमचा, वीट, आणि स्पंज.

प्रथम मागील पाठाची थोडक्यांत उजळणी केल्यावर, बालशिक्षण भाग दुसरा पाठ सातवा आणि पदार्थपाठमाला गुच्छ

पहिला, पाठ तिसरा यांतील जरूर तेवढ्या गोष्टींची मुलांस आठवण करून द्यावी. साखर, मीठ, तुरटी, चुना वगैरे पदार्थ पाण्यांत टाकले असतां त्यांचें काय होतें? मिठाचा खडा व कोळसा हे पदार्थ पाण्याच्या दोन भांड्यांत टाकले तर त्यांचें काय होईल? विरघळणें याचा वास्तविक अर्थ काय? इत्यादि प्रश्नांचीं उत्तरें मुलांकडून सांगवून घ्यावीं. एका ताटलींत मिठाचा किंवा साखरेचा मोठा खडा ठेवून त्यावर हळू हळू पाण्याचे थेंब टाकीत रहावें. ह्मणजे मिठाचे किंवा साखरेचे कण हळू हळू सुटे होत जाऊन अखेर सर्व मीठ किंवा साखर पाण्यांत विरघळून जाऊन दिसेनाशीं होतात. मुलांस हें नीट दाखवावें व विरघळणें ह्मणजे पदार्थ ज्या अगदीं बारीक–न दिसेशा–कणांनीं बनलेला असतो, ते कण अगदीं सुटे सुटे होऊन पाण्यासारख्या पातळ पदार्थांत मिसळून जाणें होय, ही गोष्ट त्यांस चांगली समजावून द्यावी. पाण्यांत विरघळणाऱ्या कित्येक पदार्थांचीं नांवें विचारावीं व अशा पदार्थांस **द्राव्य पदार्थ** ह्मणतात, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. पाणी इत्यादि पातळ पदार्थांत साखर, मीठ वगैरे पदार्थ विरघळले ह्मणजे त्यांस द्रवरूप येतें. ह्मणून पाणी वगैरे पदार्थांस **द्रावक पदार्थ** असें ह्मणतात. द्रावक याचा अर्थ द्रव करणारा असा आहे. पाण्याच्या ह्या गुणास **द्रावकपणा** किंवा **द्रावकता** असें ह्मणतात. पाण्यांत विरघळणाऱ्या पदार्थांस काय ह्मणतात?— **द्राव्य पदार्थ.**—बरोबर.

मुलांनो, हीं पाण्यानें अर्धवट भरलेलीं काचपात्रें आहेत. ह्या दोहोंत पाणी जेथवर आहे, तेथें आपण ह्या खडूनें खुणा करूं. ह्या काचपात्रांत हे बारीक खडे एकामागून एक टाकितों. काय होत आहे?—खडे जसजसे टाकावे तसतसें पाणी वर येत चाललें आहे.—बरोबर. आतां काय होत आहे?—काचपात्र तोंडोतोंड भरत आलें. आतां तर काचपात्रांतून पाणी वाहून चाललें आहे.— काचपात्रांत खडे टाकल्यामुळें त्यांच्या जागीं प्रथम असलेलें पाणी वर वर चढत जाऊन शेवटीं सांडूं लागलें. आतां या दुसऱ्या काच-

पात्रांत थोडथोडें मीठ टाकीत जातों व चमच्यानें तें ढवळितों. काय होत आहे तें सांगा.—मीठ पाण्यांत विरघळत आहे; पण मद्यांप्रमाणें पाणी वर चढत नाहीं.—आतां काय होऊं लागलें ?—आतां मीठ न विरघळतां तें तसेंच बुंधाशीं बसूं लागलें.—पहिल्याप्रमाणें आतां मीठ कां विरघळत नाहीं, व खडे टाकीत असतां पाणी काचपात्रांत जसें वर चढत होतें, तसें तें मीठ टाकीत असतां कां चढलें नाहीं, ह्या दोन गोष्टींचीं कारणें काय आहेत तें पाहूं. पाणी हा **शोषक पदार्थ** आहे, हें तुह्माला मागील पाठांत समजलेंच आहे. पाण्याशिवाय आणखी कांहीं शोषक पदार्थ तुह्मास आठवतात काय ?—होय. वीट, स्पंज हे पदार्थही शोषक आहेत, ते पाणी वगैरे पदार्थ शोषून घेतात, हें आह्मास पहिल्या इयत्तेंत शिकविलें आहे.—बरोबर. वीट, स्पंज, ह्या पदार्थांत शोषकपणा कसा येतो, व त्यांनीं शोषून घेतलेलें पाणी कोठें जातें, हें तुह्मास सांगतां येईल काय?—वीट, स्पंज इत्यादि पदार्थ सच्छिद्र आहेत; ते पाणी वगैरे शोषून घेतात, तें त्यांच्या छिद्रांत जाऊन बसतें.—बरोबर. शोषक पदार्थ सच्छिद्र असावे लागतात हें यावरून उघड झालें. पाणी हवेस किंवा दुसऱ्या पदार्थास शोषून घेतें, तेव्हांही असाच प्रकार घडतो. मीठ विरघळतांना त्याचे कण सुटे होतां होतां ते अगदीं न दिसेसे लहान होतात हें तुह्मी पाहिलेंच आहे. ते सूक्ष्म कण पाण्याचे अंगीं जीं अगदीं सूक्ष्म छिद्रें असतात त्यांत जाऊन बसतात. ह्मणूनच पाण्यांत मीठ टाकीत असतां पाणी भांड्यांत वर चढत नाहीं. बरें, पण आतां या काचपात्रांत आणखी मीठ कां विरघळत नाहीं सांगा पाहूं ?—पाण्याचे अंगचीं सर्व छिद्रें मिठानें भरून जाईपर्यंत मीठ पाण्यांत विरघळलें; सर्व छिद्रें भरून गेल्यामुळें आतां आणखी मीठ त्यांत विरघळत नाहीं.—बरोबर सांगितलेंत.

मुलांनो, पाण्याच्या अंगचा द्रावकपणा हा धर्म फार महत्त्वाचा आहे. ह्या धर्मामुळें पाणी फार उपयोगी झालेलें आहे. कसें तें पाहूं. मुलांना झाडासंबंधी पाठांची आठवण द्यावी. झाडें आपलें अन्न कशानें शोषून घेतात ?—आपल्या मुळांनीं.—तीं तें कोठून

शोषून घेतात ?—जमिनींतून.—उन्हाळ्यांत जमीन अगदीं कोरडी पडते, त्या वेळीं झाडांच्या मुळांजवळ त्यांचें अन्न भरपूर असतेंच, तरी तीं सुकून जातात, व एखादे वेळीं मरूनही जातात. पण अशा उन्हाळ्यांत एखादी पावसाची सर पडतांच थोड्या वेळानें झाडें टवटवीत दिसूं लागतात, ह्याचें कारण काय बरें असावें ? पाऊस पडतांच पाणी जमिनींत मुरून तींतील कित्येक पदार्थ पाण्यांत विरतात व मग ते पातळ पदार्थ झाडांचीं मुळें शोषून घेऊं शकतात. उन्हाळ्यांत झाडांचें सर्व अन्न सुकून कोरडें ठाक झाल्यामुळें तें त्यांस शोषून घेतां येत नाहीं. अर्थात पाणी द्रावक नसतें तर झाडें जगतीं ना. ह्या गोष्टी मुलांचे लक्ष्यांत आणून द्याव्या.

पावसाचें पाणी मुलांकडून चाखवावें. तें साध्या पाण्याहून निराळेंच लागतें. तें शुद्ध पाणी होय. त्यांत कोणतेच पदार्थ विरलेले नसल्यामुळें त्यास कसलीही चव नसते. पाण्यास चव नाहीं, असें आपण साधारणतः ह्मणतों, परंतु नदी, तळें, विहीर, झरा इत्यादिकांच्या पाण्यांत चुनखडी व दुसरे अनेक क्षार विरघळलेले असतात, त्यामुळें पावसाच्या पाण्याहून ह्या पाण्यांस थोडीशी तरी निराळी चव आलेली असते. हे क्षार वगैरे आपल्यास, सर्व प्राण्यांस व झाडांसही उपयोगी असतात, निव्वळ पावसाचें शुद्ध पाणी आपण वापरूं लागलें, किंवा झाडांस घातलें, तर आपण अशक्त होऊं, व झाडेंही निस्तेज होतील. ह्या सर्व गोष्टी मुलांस समजावून द्याव्या.

नदी, तळें, विहीर वगैरेच्या स्वच्छ पाण्यांतही कांहीं क्षार विरलेले असतात, हें दाखविण्याकरितां एका ताटलींत थोडेंसें पाणी घेऊन तें दिव्यावर ताटली धरून आटवावें. पाणी आटल्यावर मिठासारखा थोडासा पांढरा पदार्थ (सांखेरा) ताटलीच्या तळाशीं बसलेला दिसेल. मुलांस तो दाखवावा.

पाठ पांचवा.

स्फटिक.

पाठाचें साहित्य.—शुद्ध पापडखार (सोडा), मीठ, तुरटी, साखर, नवसागर, मोरचूद, चमचा, स्पिरिटचा दिवा किंवा मेणबत्ती, तीन ताटल्या, चिनी मातीचे चार प्याले, वेताची लहान छडी, सूत, लाकडी बारीक घन, चाकू, सूक्ष्मदर्शक काच व टिपकागद.

हा पाठ देण्याचे आदले दिवशीं एका भांड्यांत पाण्यास आधण आणून त्यांत तुरटी व मोरचूद हे पदार्थ विरतील तितके विरवावे. पाणी कढत असतां तें चमच्यानें वरचेवर ढवळावें. अखेर दोन्ही पदार्थ विरण्याचें बंद होऊन ते भांड्याचे बुंधाशीं बसूं लागले, ह्मणजे पाणी उकळण्याचें बंद करावें. नंतर त्या मिश्रणाच्या भांड्यावर एक आडवी काठी ठेवून त्या काठीस एक तुरटीचा व एक मोरचुदाचा असे दोन मोठाले खडे सुतानें बांधून त्या मिश्रणांत बुडवून लोंबत ठेवावे. हें मिश्रणाचें भांडें वरील काठीसह पेटींत ठेवून दुसरे दिवसापर्यंत आपोआप थंड होऊं द्यावें, व पाठाचे वेळीं जरूर लागेल तेव्हां बाहेर काढावें. वर सांगितलेली सर्व कृति मुलांसमक्ष करावी.

मुलांनो, ह्या चिनी मातीच्या प्याल्यांत दोन चमचे शुद्ध पापडखार (सोडा) घालून व त्यावर अधणाचें पाणी ओतून चमच्यानें ढवळितों. काय झालें सांगा.—कढत पाण्यांत पापडखार विरघळला. ढवळल्यामुळें तो लवकर विरघळला.—आतां हा प्याला ह्या गार पाण्यांत थोडा वेळ धरितों. पेल्यांतल्या मिश्रणाचें काय झालें आहे पहा.—पेल्याचे कडेला बारीक बारीक पांढरे खडे चिकटले आहेत.—त्या बारीक खड्यांतील दोन चार खडे चाकूनें युक्तीनें काढून टिपकागदाचे तुकड्यावर घ्यावे, त्यांचें मुलांकडून निरीक्षण करवून ते सर्व एकाच आकाराचे आहेत व त्यांस पापडखाराचीच चव आहे, असें त्यांजकडून ते बारीक खडे चाखवून

द्र काढून ध्यावें. मुलांनो, थंड पाण्यांत पदार्थ जितका विरतो त्यापेक्षां खिमीं ऊन पाण्यांत जास्त विरतो हें तुह्मास माहीत आहेच. ह्मणून तें ह्या ऊन पाणी जेव्हां गार होऊं लागतें तेव्हां त्यांत जो पदार्थ विरलेला असतो तो बाहेर पडून पुनः घन स्थितींत येऊं लागतो. यावेळीं त्या पदार्थाचे कण अगदीं मोकळे असतात व ते एकमेकांस चिकटूं लागले ह्मणजे त्यांस कांहीं नियमित आकार प्राप्त होतो. ह्या नियमित आकारांस स्फटिक असें ह्मणतात. प्रत्येक पदार्थाच्या स्फटिकांचा आकार निराळा असतो. पण एकेका पदार्थाचे स्फटिक एकाच नियमित आकाराचे असतात. हे जे पापडखाराचे कण तुह्मी आतां पाहिलेत ते पापडखाराचे स्फटिक होत.

ह्या दुसऱ्या प्याल्यांत पाणी घेऊन तें कढवितों व ह्यांत विरेल तितकें मीठ विरवितों. आतां यांतील थोडेंसें पाणी ह्या ताटलींत घेऊन तें साफ आटवितों. ताटलीच्या बुडाशीं काय राहिलें आहे?— मिठाची पूड.—तिच्या कणांस कांहीं आकार आहे काय?—नाहीं.—बरें. ह्या मीठ विरविलेल्या प्याल्यांत हे पहा मिठाचे स्फटिक कडेस चिकटले आहेत. हे तुह्मी नीट पहा व त्यांच्या आकाराबद्दल तुह्माला काय आढळेल तें सांगा.—ह्या सर्व स्फटिकांचा आकार अगदीं एकसारखा आहे व ते सर्व घनाकार आहेत.—ताटलींतलें पाणी मी सर्व आटविलें. ताटलींतल्या मिठाचे कणांस स्फटिकाकृति आली नाहीं. ह्यावरून काय अनुमान निघतें?—पदार्थाचे कण पुन्हा घनावस्थेंत येतांना त्यांचे स्फटिक बनण्यास ते पाण्यांत असावे लागतात.—बरोबर. मिठाच्या स्फटिकांचा आकार कसा असतो?—घनासारखा.—हे मिठाचे स्फटिक चमच्यांत घेऊन ऊन करितों. काय झालें?—स्फटिक फुटून मिठाची पूड झाली.

वर सांगितल्याप्रमाणें तुरटीवर सर्व प्रयोग करावे. तुरटीचे स्फटिक मुलांस दाखवून त्यांचा आकार विचारावा. तुरटीच्या स्फटिकांस आठ पृष्ठें असतात व तीं सर्व समभुजत्रिकोणाकृति असतात.

तसेंच एका प्याल्यांत तुरटीची पूड व मोरचुदाची पूड समभाग घालून त्यांवर मिठाप्रमाणेंच प्रयोग करावे. प्याल्यांत दोन रंगांचे

स्फटिक बनतात. पांढरे किंवा काचेसारखे स्फटिक तुरटीचे व निळे स्फटिक मोरचुदाचे होत. मुलांकडून ते ओळखवून घ्यावे. तुरटी व मोरचूद हे दोन भिन्न पदार्थ एकत्र मिसळले होते; पाण्यांत ते एक जीव झाले होते, तरी त्यांचे स्फटिक होतांना ते पदार्थ अगदीं निरनिराळे झाले, ही गोष्ट मुलांचे लक्षांत आणून देऊन, भिन्न पदार्थ एकमेकांत मिसळले असल्यास त्यांचे स्फटिक बनविले ह्मणजे ते निराळे काढितां येतात, ही गोष्ट मुलांस समजावून द्यावी. नंतर आदले दिवशीं तयार करून ठेविलेलें भांडें पेटींतून काढून मुलांस दाखवावें. मुलांनो, तुह्माला कालच्या या प्रयोगावरून काय दिसून आलें ?—तुरटीचे स्फटिक तुरटीच्या खड्यास व मोरचुदाचे स्फटीक मोरचुदाचे खड्यास चिकटून मोठाले स्फटिकाकार गोळे बनले आहेत. एका पदार्थाचे कण दुसऱ्या पदार्थाचे खड्यास चिकटले नाहींत, हा मोठाच चमत्कार आहे.—असो मुलांनो, जमिनीच्या पोटांत अनेक जातीचे क्षार आहेत. ते पाण्यांत मिसळून त्यांचा द्रव होतो व आतां तुह्मी पाहिलेल्या चमत्काराप्रमाणेंच त्या द्रवाचे स्फटिक होऊन ते आपल्या जातीच्या पूर्वी बनलेल्या खड्यांस किंवा गोळ्यांस चिकटतात, व अशा रीतीनें ते एकत्र होऊन त्यांचे मोठाले खडक किंवा ढीग बनतात.

आपल्या नेहमींच्या परिचयांतील मीठ, साखर, तुरटी, नवसागर, पापडखार इत्यादि पदार्थांचे स्फटिक बनवून त्यांची मुलांकडून आकारासंबंधानें तुलना करवावी, ही तुलना करीत असतां मुलांकडून सूक्ष्मदर्शक काचेचा उपयोग करवावा. कांकीं नुसत्या डोळ्यांनीं त्यांस वर सांगितलेल्या स्फटिकांच्या आकारांतील भेद बरोबर कळणार नाहीं.

पाठ देतां प्रत्येक गोष्ट फळ्यावर लिहून टिप्पण तयार करावें.

पाठ सहावा.

दीर्घ वर्तुळ.

पाठाचें साहित्य.—तीन पितळी बोंडाच्या चुका, सुतळीचे सुमारें एक हात लांबीचे दोन तुकडे, कसली तरी तार व खडू.

बालशिक्षण भाग पहिला पाठ बारावा यांतील वर्तुळासंबंधाच्या भागाची प्रथम उजळणी करावी. सुतळीचें एक टोंक पितळी बों-डाच्या चुकेस अडकवून ती चूक फळ्यावर बसवावी, किंवा चूक नसेल तर डावे अंगठ्याखालीं सुतळीचें एक टोंक दाबून धरावें, व दुसरे टोंकाशीं खडू धरून फळ्यावर वर्तुळ काढावें. नंतर चूक उपटून तेथें किंवा डावा अंगठा टेंकलेल्या जागीं फळ्यावर खडूनें खूण करावी. तो बिंदु वर्तुळाचे अगदीं मधोमध आहे ह्मणून त्यास **वर्तुळाचा मध्यबिंदु** ह्मणतात हें मुलांस समजावून द्यावें. वर्तुळाच्या वक्ररेषेंत (परीघांत) तीन चार ठिकाणीं खडूनें खुणा करवून वर्तुळाच्या मध्यापासून त्या खुणांपर्यंतचें अंतर मुलांकडून सुतळीनें मोजवावें व वर्तुळाच्या मध्यापासून वर्तुळाच्या कडे (परीघा) पर्यंत अंतर कोठेंही मोजलें तरी सारखेंच भरतें ही गोष्ट मुलांचे अनुभवास आणून द्यावी. फळ्यावर वर्तुळाशेजारीं एक दीर्घवर्तुळ काढावें. मुलांनो, मी ही जी दुसरी आकृति फळ्यावर काढिली ही देखील एकाच वक्ररेषेनें झालेली आहे. ही वर्तुळच आहे काय ?—नाहीं. ही वर्तुळासारखी नीट दिसत नाहीं; ही वर्तुळाहून थोडी लांबट आहे.—दीर्घ वर्तुळाचा मोठा व्यास काढून त्याच्या मधोमध खडूनें खूण करावी. तो बिंदु त्या नव्या आकृतीचा मध्य-बिंदु आहे, हें मुलांचे अनुभवास आणून द्यावें. नंतर त्यांजकडून दीर्घवर्तुळाच्या परिघांत तीन चार बिंदु घेववून मध्यबिंदूपासून त्या बिंदूपर्यंत सुतळीनें अंतर मोजवावें, व हें अंतर सर्व ठिकाणीं सारखें नाहीं, ही गोष्ट मुलांचे अनुभवास आणून द्यावी. मुलांनो, ही आकृति वर्तुळ कां नाहीं तें सांगा पाहूं.—ह्या आकृतीच्या

मध्यापासून तिच्या कडेपर्यंत सर्व ठिकाणीं सारखें अंतर नाहीं, म्हणून ही आकृति वर्तुळ नव्हे.—बरोबर. ही आकृति वर्तुळाहून कांहींशी लांबट आहे, असें तुह्मी मघां सांगितलें तें बरोबर आहे. हिला दीर्घवर्तुळ असें नांव आहे. दीर्घ ह्मणजे लांब किंवा लांबट ह्मणून दीर्घवर्तुळ याचा अर्थ लांबट वर्तुळ असा होतो. एखादें वर्तुळ दाबलें तर त्याचा आकार दीर्घवर्तुळासारखा होतो. कसा तो तुह्माला दाखवितों. तारेचें एक वर्तुळ बनवून तें हळू हळू सारखें दाबावें ह्मणजे त्याचें दीर्घवर्तुळ बनेल. तें मुलांस दाखवावें.

दीर्घवर्तुळ काढण्याची रीति.—फळ्यावर दोन पितळी चुका टोंचाव्या. त्यांच्या मधील अंतरापेक्षां लांब असा सुतळीचा तुकडा घेऊन त्याच्या दोहों टोंकांस आढया घालाव्या व त्या आढया चुकांमध्यें अडकवाव्या. नंतर खडूचा तुकडा सुतळीबरोबर धरून सुतळ ताणून आकृति काढावी. [आकृति २ पहा.]

पाठ सातवा.

मळसूत्र.

पाठाचें साहित्य.—तारेचे खिळे, स्क्रू, हातोडा, स्क्रू बसविण्याचें हत्यार, जाड पाताचा चाकू, देवदारी लांकडाचा जाडा तुकडा, बुच काढण्याचा तारेचा स्क्रू, तांब्याच्या तारेचा तुकडा, दोन न तासलेल्या शिसपेनसिली, कागद, कातर व शाई. शिवाय बुगडी, कुडें, मूद इत्यादि दागिने पाठाचे वेळीं दाखविण्यापुरते आणावे.

तारेचे खिळे व स्क्रू मुलांजवळ देऊन त्यांजकडून त्यांची आकार व रचना यांसंबंधानें तुलना करवावी, व खिळे सारखे वाटोळे—गोलदंडाकार—असून स्क्रूवर आंटे किंवा पेच आहेत, शेवटाकडे दोन्हीं किंचित निमुळते असून दोहोंचीं टोंकें अणकुंची-

…र आहेत, दोहोंसही जाडया टोंकाकडे चापट बोंडें आहेत, पण
पु… ळ्याचें बोंड सपाट असून स्क्रूचे बोंडावर एक खोवण आहे,
का… गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. मुलांनो, स्क्रू हा शब्द इंग्रजी
स्क… हे, तरी तो तुमच्या नेहमीं ऐकण्यांत येतो. ह्याला आपण **पेचाचा**
खिळा किंवा **पेचदार खिळा** असें ह्मटलें तरी चालेल.
अशा आकाराच्या खिळ्याला किंवा दुसऱ्या वस्तूंच्या दांड्यांना **मळसूत्र** असेंही ह्मणतात. अशीं मळसूत्रें तुमच्या पाहण्यांत आहेत काय ?—होय. बायकांचे कानांत कुडीं व बुगड्या असतात त्यांस अशीं मळसूत्रें असतात.—बरोबर. कानांतील कुड्याचें किंवा बुगडीचें मळसूत्र सर्व मुलांस दाखवावें. मुलांनो, साधा खिळा व पेचदार खिळा किंवा मळसूत्र ह्यांच्या रचनेंत मुख्य फरक काय आहे, तो आपण आतां पाहूं. बाटल्यांचे बूच काढण्याचा तारेचा स्क्रू घेऊन त्याच्या मधल्या पोकळींत शिसपेनसिल बसवावी. मुलांनो, आतां ही शिसपेनसिल पहा ह्या पेचदार खिळ्याप्रमाणें हुबेहुब दिसूं लागली. हा तांब्याच्या तारेचा तुकडा ह्या दुसऱ्या शिसपेनसिलीभोंवतालीं गुंडाळितों. पहा, आतां ही दुसरी शिसपेनसिलही मळसूत्राच्या आकाराची झाली. मळसूत्राचा आकार कसा बनतो हें आतां तुमच्या लक्षांत आलेंच असेल. मळसूत्राच्या भोंवतालचे सर्व पेच उलगडले तर काय होईल ?—मधला एक गोलदंडाकार दांडा निघेल व सर्व पेंचांची मिळून एक लांब तार होईल.—बरोबर. शिसपेनसिलीभोंवतालीं गुंडाळलेला तांब्याच्या तारेचा तुकडा उलगडून दाखवून वरील गोष्ट मुलांचे अनुभवास आणून द्यावी. मळसूत्राची रचना लक्षांत येण्याकरितां पुढील प्रयोग मुलांचे देखत करून त्यावरूनही मुलांस नीट समजूत द्यावी. कर्ण पुष्कळ लांब व उंची त्या मानानें बरीच कमी असा काटकोनत्रिकोणाकार एक कागद कातरून घेऊन त्याची कर्ण दाखविणारी कड शाईनें रंगवावी. नंतर तो कागद शाई लाविलेली बाजू वर येईल अशा बेतानें शिसपेनसिलीभोंवतीं गुंडाळावा, ह्मणजे शाई लाविलेल्या कडेनें मळसूत्राचे वेढे स्पष्ट दिसतील.

मुलांनो, मळसूत्राचा आकार ह्मणजे मध्यें एक गोलदंड असू त्याभोंवतीं साध्या लांब तारेचें नागमोडी आकाराचें वेटोळें अ प्रकारचा असतो, हें तुह्माला समजलेंच. मळसूत्राच्या मधला लदंड भरींवच असला पाहिजे, असें हा पेचदार खिळा कि बुगडीचें मळसूत्र ह्यांवरून तुह्मास वाटेल, पण वस्तुतः तसें नाहीं; मध्यें नुसती पोकळी असली तरीही चालते. बाटल्यांचे बूच काढण्याकरितां हें नुसत्या तारेचेंच मळसूत्र केलेलें आहे पहा. ह्याच्या मध्यभागीं नुसती पोकळीच आहे. बायका वेणींत किंवा बुचड्यावर मूद, फिरकीचें फूल वगैरे नग बसवितात त्यांसही तारेचींच मळसूत्रें असतात. अर्थात त्यांच्या मध्यभागीं नुसती पोकळीच असते.

गवताचे गठ्ठे किंवा कापसाचे गठ्ठे बांधण्याचे यंत्रांत मुख्य भाग ह्मटला ह्मणजे मळसूत्रच होय. या किंवा दुसऱ्या एखाद्या यंत्रांतील मळसूत्र सोय असल्यास मुलांस पाठाचे वेळीं अगर पाठ देण्यापूर्वी केव्हां तरी दाखवावें. मुलांनो, मळसूत्र हें एक साधें यंत्रच आहे. ज्या साधनानें थोडकी शक्ति लावून तिच्या पुष्कळ पटीनें अधिक काम करवून घेतां येतें, त्याला यंत्र ह्मणतात. यंत्रांविषयींची सामान्य माहिती व मळसूत्र हें एक यंत्रच आहे, अशा दृष्टीनें त्या संबंधाची माहिती तुह्माला वरच्या इयत्तेंत गेल्यावर मिळेल. दागिन्यामध्यें मळसूत्राचा उपयोग करितात हें तुह्माला माहीतच आहे. ह्याखेरीज जोडकामांत पुष्कळ ठिकाणीं साध्या खिळ्यांऐवजीं पेचदार खिळ्यांचा—स्क्रूंचा—उपयोग करीत असतात. खिळ्यांऐवजीं स्क्रूंचा उपयोग करण्यांत अधिक सोय काय असते तें पाहूं. देवदाराच्या लांकडाचा एक जाडा तुकडा घेऊन त्यावर खिळा व स्क्रू हातोड्यानें ठोकून बसवूं लागावें. खिळा सहज लांकडांत घुसतो पण स्क्रू तसा सहज घुसत नाहीं, हें मुलांस दाखवावें. स्क्रू लाकडांत कसा बसवितात ?—स्क्रू फिरवून फिरवून लांकडांत बसवितात.—स्क्रूचें टोंक व त्याचा एकादा वेढा लांकडांत शिरला ह्मणजे बाकीचा स्क्रू कसा सहज लांकडांत

बसतो तें मुलांस प्रत्यक्ष दाखवावें. स्क्रूमध्यें आणखी सोय काय आहे ?—खिळा नुसता ओढला ह्मणजे उपटतो पण स्क्रू नुसता ओढून उपटत नाहीं. तो उलट फिरवून काढावा लागतो. खिळ्यापेक्षां स्क्रू लांकडास गच्च धरून ठेवितो.—बुगडीचें किंवा कुड्याचें मळसूत्र ज्यांत बसवितात ती नळी मुलांस दाखवून तिच्या आंतल्या अंगास मळसूत्राचे पेच गच्च बसण्याजोगे पण उलटे वेढे कसे असतात तें मुलांस नीट दाखवावें. स्क्रू लांकडांत बसतो तेव्हां तो त्या लांकडांत असेंच पेचदार घर तयार करितो, हें मुलांचे लक्षांत आणून द्यावें. खिळ्यापेक्षां स्क्रूमध्यें आणखीही एक मोठी सोय आहे, ती कोणती बरें ?—एखाद्या जोडकामास खिळा मारून तो उपटून काढिला असतां तें भोंक सैल होतें व मग तेथें तो खिळा पुन्हा गच्च बसत नाहीं. पण स्क्रू पाहिजे तेव्हां बसवितां व काढितां येतो.—स्क्रू बसवितांना व काढितांना फिरवावा लागतो, त्याकरितां स्क्रूमध्यें काय तजवीज केलेली असते ?—स्क्रूच्या माथ्यावर खोबण पाडलेली असते तींत पट्टी-सारखें कांहीं तरी उभें बसवून तें फिरवितात.—स्क्रू बसविण्याक-रितां किंवा काढण्याकरितां एक हत्यारच केलेलें असतें.—हें हत्यार मुलांस दाखवावें.—सुताराची फरशी किंवा चाकूचें जाडें पातें यांनींही स्क्रू बसवितां किंवा काढितां येतात. मुलांनो, मळसूत्राविषयीं इतकी माहिती तूर्त पुरे. मळसूत्रासंबंधानें जास्त माहिती तुह्माला वरच्या इयत्तांत मिळेल.

पाठ आठवा.

समकलच्छेद.

पाठाचें साहित्य.—पितळी बोंडाच्या दोन चुका, सुतळ, ओली चिकणमाती किंवा शाडू, चाकू, लांकडी शंकु, औरसचौरस दोन इंच काचेचा तुकडा व शाई.

पदार्थपाठमाला गुच्छ पहिला ह्यांतील बाराव्या पाठाची प्रथ थोडक्यांत उजळणी करावी. फळ्यावर वर्तुळ, दीर्घवर्तुळ व म सूत्रासारखी नागमोडी रेषा काढून तीं मुलांकडून ओळखवून घ्या मुलांनो, वर्तुळ व दीर्घवर्तुळ हीं एकाच वक्र रेषेनें झालेलं असून त्यांत वक्ररेषेचीं दोन्ही टोंकें मिळालेलीं असतात ह्मणून वर्तुळ व दीर्घवर्तुळ या पूर्ण पृष्ठाकृति बनतात. ही मळसूत्रासारखी नागमोडी रेषा आहे. हिचीं दोन्ही टोंकें एकमेकांपासून दूर आहेत ह्मणून ह्या रेषेनें पृष्ठाकृति होत नाहीं. अशाच प्रकारच्या आणखी एका वक्र रेषेची आज तुह्माला ओळख करून द्यावयाची आहे. ह्या नागमोडी रेषेचीं टोंकें एकमेकांस मिळालेलीं नाहींत, तशीं त्या वक्ररेषेचीं टोंकेंही एकमेकांस मिळालेलीं नसतात, व तिला असा नियमित बांकदार आकार आलेला असतो कीं, तो आकार बदलल्याखेरीज तिचीं टोंकें एकमेकांस मुळींच मिळावयाचीं नाहींत. ह्या घनाकृतीचें नांव काय?—शंकु.—ह्या ओल्या चिकणमातीचा किंवा शाडूचा मी आणखी एक शंकु बनवितों. ह्या शंकूचीं तिर्कस पृष्ठें दाखवा. आतां हें काचेचें भिंग शंकूच्या एका तिर्कस पृष्ठाशीं समांतर धरून व शंकूच्या दुसऱ्या तिर्कस पृष्ठावर टेंकून शंकूतून आरपार घालवितों. काचेच्या ह्या भिंगानें शंकूचा जो काप निघेल त्याच्या कडेची वक्ररेषा चांगली लक्षांत येण्याकरितां ह्या भिंगावर शंकूच्या कापाच्या कडेबरोबर शाईनें रेघ काढूं. आतां हा शंकूचा काप बाजूस ठेवितों. ह्या भिंगावर शाईची वक्ररेषा कशी निघाली आहे तें नीट पाहून सांगा.—दीर्घवर्तुळाच्या एका टोंकाप्रमाणें ही वक्ररेषा मध्यें वांकलेली असून तिचीं दोन्ही टोंकें दूर दूर पसरत गेलेलीं आहेत.—बरोबर. हा शंकूचा काप पहा. ह्याची कडा तुह्मी आतां सांगितल्याप्रमाणेंच आहे. शंकूचा त्याच्या एका तिर्कस पृष्ठाशीं समांतर असा काप घेतला असतां त्या कापाची कड दाखविणाऱ्या रेषेला **समकलच्छेद** असें ह्मणतात. शंकूच्या कापाचें सपाट पृष्ठ फळ्यावर टेंकून त्याच्या वक्र कडेबरोबर खडूनें

रेषा काढितों. ह्या खड्डूच्या रेषेवरून समकलच्छेद ह्मणजे काय तें तुमच्या चांगलें लक्षांत येईल. बरें. ह्या शाड्डचे मी आणखी तीन शंकु बनवितों. शंकूचा पाया किंवा तळ कसा आहे ?—वर्तुळ.—शंकूचा वर्तुळाकृति काप घ्यावयाचा असल्यास तो कसा घ्यावा ?—चाकूचें पातें त्याच्या पायाशीं समांतर धरून काप घ्यावा.—बरोबर. गोपाळ, इकडे येऊन ह्या शंकूचा वर्तुळाकृति काप काढ. बरें, आपल्यास दीर्घवर्तुळाकृति काप घ्यावयाचा असेल तर काय करावें ?—चाकूचें पातें पायाशीं थोडें तिर्कस धरून काप घ्यावा.—बरोबर. काशीनाथ, इकडे ये व ह्या शंकूचा दीर्घवर्तुळाकृति काप काढ. शंकूचा समकलच्छेदाकार काप कसा घ्यावा ?—चाकूचें पातें शंकूच्या तिर्कस पृष्ठाशीं समांतर धरून काप घ्यावा.—बरोबर. गोविंदा, तूं ह्या तिसऱ्या शंकूचा समकलच्छेदाकार काप काढ. वर्तुळ, दीर्घवर्तुळ, मळसूत्रासारखी नागमोडी रेषा व समकलच्छेद ह्यांची तुलना करवून त्यांमधील सारखेपणा आणि फरक मुलांस विचारून घ्यावा.

पाठ नववा.

पानांचे आकार.

पाठाचें साहित्य.—पाठांत आलेल्या झाडांच्या लहान खांद्या व सुटीं पानें.

पूर्व तयारी.—हा पाठ देण्यापूर्वी मुलांस गांवाबाहेर किंवा बागेंत फिरावयास नेऊन ज्या झाडांच्या पानांचा संबंध पाठांत आलेला आहे तीं झाडें व त्यांवरील पानें मुलांस दाखवावीं. पानें झाडांस कशीं धरलेलीं असतात व तीं झाडांवर असतां कशीं दिसतात, ह्यांकडे मुलांचें लक्ष्य पोंचवावें. तसेंच पान ह्मणजे काय, व पानांचे साधें पान आणि संयुक्त पान हे दोन प्रकार, ह्यांविषयीं समजूत देतांना अवश्य लागणाऱ्या गोष्टी मुलांचे नजरेस आणाव्या.

१ पानांचे आकार.

मुलांनो, त्या दिवशीं आपण बाहेर फिरावयास गेलों होतों, तेव्हां तुह्मी बऱ्याच झाडांचीं पानें लक्षपूर्वक पाहिलीं आहेत. त्या पानांसंबंधानेंच आज आपण थोडासा विचार करूं. हीं पहा, आपल्या रोजच्या पाहण्यांतल्या पुष्कळशा झाडांचीं पानें एथें आहेत. हीं पानें आपण लक्षपूर्वक पाहिलीं असतां आकारासंबंधानें ह्यांचे आपल्याला अगदीं स्थूल मानानें किती प्रकार करितां येतील? सर्व पानें नीट पाहून उत्तर द्या.—स्थूलमानानें पानांचे आकार तीन प्रकारचे दिसतात. (१) वाटोळीं किंवा वर्तुळाकार पानें, (२) लांबट किंवा दीर्घवर्तुळाकार पानें, आणि (३) फार लांब व चिंचोळीं पानें किंवा पात्या.—बरोबर. प्रत्येक झाडाच्या पानाचा आकार जरी भिन्न आहे, तरी स्थूलमानानें त्यांचे तुह्मी आतां सांगितले हे तीनच प्रकार मानण्यास कांहीं हरकत नाहीं. बरें, ह्या प्रत्येक प्रकारच्या पानांचीं कांहीं उदाहरणें सांगा.—(१) वाटोळीं पानें.—कमळ, पिंपळ, भेंड, अळू, एरंड, अंजीर, पोपया, कांचन, आपटा, औंवा, बोर, साग, गुलाब इत्यादि. (२) लांबट पानें.—वड, जांभूळ, फणस, सुरू, बाभूळ, आंवळी, केळ, आंबा, अशोक, बकूळ, पळस इत्यादि. (३) पात्या.—गवत, सर्व प्रकारचीं धान्यें, वाळा, गवती चहा, कोरफड, केवडा, घायपात, बांबू, ऊंस इत्यादि.—बरोबर. हीं एथें पानें आहेत तीं निवडून त्यांचे आकाराप्रमाणें तीन ढीग करा. आतां हीं वाटोळीं पानें नीट पहा व त्यांचे आणखी कांहीं प्रकार करितां येतात कीं काय तें सांगा.—(१) कमळाप्रमाणें बहुतेक वाटोळीं पानें, (२) पिंपळ, भेंड यांसारखीं शेंड्याकडे निमुळतीं होत गेलेलीं व लांब टोंकाचीं पानें, (३) कांचन, आपटा ह्यांसारखीं घडी होणारीं पानें, (४) अळू, पोपया, एरंड यांसारखीं पुष्कळ टोंकें असलेलीं पानें इत्यादि प्रकार वाटोळ्या पानांचे करितां येतील.—असेच लांबट पानांचे पोट प्रकार सांगा.—(१) बहुतेक दीर्घवर्तुळाकृति पानें.—वड, केळ इत्यादि. (२) टोंकदार पानें.—

आंबा, जांभूळ, बकूळ, अशोक इत्यादि. (३) टोंक नसलेलीं पानें.–फणस, काजू इत्यादि. (४) बाभूळ, आंवळी, चिंच, अगस्ता इत्यादि एका लांब दांड्याच्या दोहों बाजूंस असलेलीं बारीक पानें.—याचप्रमाणें पात्यांचेही प्रकार करितां येतील. कोणते?—(१) जाड व गर भरलेल्या पात्या.—कोरफड वगैरे. (२) साधारण जाड पात्या.—वाळा, घायपात, केवडा इत्यादि. (३) पातळ पात्या.—गवत, धान्यें इत्यादि.—बरोबर. पानांच्या आकारासंबंधानें लक्ष देण्यासारख्या आणखी पुष्कळ गोष्टी आहेत, तथापि त्यांचा विचार एव्हां नको. पानांच्या आकारासंबंधानें तुह्मा-ला आज माहिती झाली आहे इतकी पुरे.

२. पान व दळ ह्मणजे काय ?

मुलांनो, पान ह्मणजे काय हें तुह्माला अगदीं लहानपणापासून माहीत आहेच. तुह्मी एकेक जण इकडे या व मी नांवें घेतों त्या क्रमानें फक्त एकेक **पान** घेऊन परत जाग्यावर जाऊन बसा. वड, आंबा, कांचन, आपटा, शेवगा, अगस्ता, बेल, पळस, गुलाब, निरगुडी, कडुलिंब, चिंच, आंवळी. मुलें जास्त असल्यास याच क्रमानें पुन्हा पानांचीं नांवें घ्यावीं. मुलें कांचन, आपटा यांचीं पानें घडीवर फाडून त्यांतील एकेक तुकडा कदाचित उचलतील व पुढील पानांपैकीं एकेक लहान पान–दळ–घेऊन जातील. जीं मुलें याप्रमाणें चुकलीं असतील त्यांस उभें करून त्यांनीं पान उचलण्यांत काय चूक केली आहे तें सर्व वर्गास सकारण समजावून द्यावें.

मुलांनो, पान याचा वास्तविक अर्थ तुह्मास बरोबर माहीत नसल्यामुळें पुष्कळ जण एकेक पान उचलण्यास चुकलां. ह्या तुमच्या चुका समजण्यास तुह्माला पान ओळखण्याच्या खुणा समजल्या पाहिजेत. पानें दोन प्रकारचीं असतात. आंबा, वड, कमळ ह्यांसारखीं एकेरी पानें हा एक प्रकार. अशा पानांस साधीं पानें ह्मणतात. शेवगा, अगस्ता, बेल, पळस, चिंच यांसारखीं पानें हा दुसरा प्रकार. ह्या दुसऱ्या प्रकारच्या पानांस मध्यें

एक देंठ असून त्यास अनेक लहान पानें दुसऱ्या बारीक देंठांनीं चिकटलेलीं असतात. अशा पानांस **संयुक्त पानें** किंवा **जोड पानें** ह्मणतात.

जोड पानांच्या निरनिराळ्या दिसणाऱ्या भागांस—लहान पानांस—त्या जोड पानांचीं **दळें** असें ह्मणतात. पान व दळ हीं ओळखण्याच्या खुणा अशा आहेत.

पान.	दळ.
१. देंठ असतो किंवा नसतो.	१. देंठ असतो.
२. देंठ खोडास चिकटलेला.	२. देंठ पानाच्या मधल्या शिरेस चिकटलेला.
३. देंठाच्या बुडापाशीं दुसऱ्या पानाचा किंवा फुलाच्या कळीचा धुमारा फुटतो.	३. देंठापासून दुसरें पान, दळ किंवा कळी यांचा धुमारा फुटत नाहीं.
४. देंठासह गळून पडतें.	४. देंठासह दळ आणि मुख्य देंठ हीं गळून पडतात.

झाडांच्या खांद्या मुलांस दाखवून पान व दळ यांतील भेद मुलांस नीट समजावून द्यावा. मुलांनो, अनेक दळांनीं मिळून बनलेलें तें **संयुक्त पान** होय, हें तुह्माला आतां समजलेंच. एथें असलेल्या पानांतून एकेक पान एकेक जण उचला व तें साधें आहे कीं संयुक्त आहे तें ओळखून सांगा. एरंड, पोपया, मुळा व झेंडू यांचीं पानें कसलीं असतात?–साधीं.—कां?—त्यांच्या भागांस देंठ नसतात; ह्मणून ते भाग ह्मणजे दळें नव्हेत.—चिंच, गुलाब, पळस वगैरे पानें कसलीं?—संयुक्त.—कां? आपटा, कांचन हीं पानें कसलीं?—संयुक्त आहेत.—कां? आंवळीच्या पानांस कसलीं पानें ह्मणाल?–संयुक्त.–नव्हे, तीं साधींच आहेत; आंवळीचें लहान पान हें प्रत्येकीं पूर्ण व साधें असें पान आहे. आंवळे कोठें धरतात तें पहा. फळें खोडास लागतात; पानाच्या देंठास किंवा त्याच्या मधल्या शिरेस लागत नाहींत. आंवळीच्या पानांमध्यें जी बारीक काडी असते ती पानाचा मुख्य देंठ नव्हे;

तर ती खांदी होय. मुलांनो, पानांचे आकार, पानांचे साधें व संयुक्त हे दोन प्रकार,पान व दळ यांतील भेद इत्यादि पानांविषयींची माहिती तुह्माला आज समजली. ही माहिती चांगली लक्ष्यांत ठेवून झाडांचीं पानें लक्ष्यपूर्वक पाहण्याकडे तिचा उपयोग करीत जा. झाडांच्या पानांसंबंधानें जास्त माहिती तुह्माला पुढें मिळेल.

पाठ दहावा.

रंगांच्या छाया व छटा.

पाठाचें साहित्य.—कांहीं जाड कागद, पितळी बोंडाच्या चुका, चिनीमातीचे प्याले अगर ताटल्या, कुंचे, पाणी, रंगांचा तक्ता; तांबडा, पिवळा, निळा, पांढरा व काळा ह्या रंगांच्या पुडी; मूळ, मिश्र व संकीर्ण या सर्व रंगांचीं प्रत्येकीं साधा, गहिरा व फिक्का हे प्रकार दाखविणारीं तीन तीन वर्तुळें रंगविलेले कागद; पुष्कळ प्रकारच्या रंगीत वस्तु.

ह्या पाठाचे तीन भाग करावे. पहिल्या वेळीं बालशिक्षण भाग पहिला व दुसरा आणि पदार्थपाठमाला गुच्छ पहिला या तीन पुस्तकांतील रंगांवरील पाठांतल्या मुख्य मुख्य गोष्टींची उजळणी करून त्या सर्व पाठांतील विषय मुलांस अवगत आहे अशी खात्री करून घ्यावी. विषय चांगला अवगत नसल्यास तो मुलांस नीट समजावून देण्याचा प्रयत्न करावा. नंतर दुसऱ्या व तिसऱ्या वेळीं या पाठाचा मुख्य विषय मुलांस समजावून द्यावा.

मूळ रंगांचे गहिरे, फिक्के व साधे प्रकार दाखविणारा नऊ वर्तुळें रंगविलेला कागद फळ्यावर लावावा, त्या कागदावरील रंग ओळखवून घेऊन त्यांचीं नांवें विचारून घ्यावीं, व त्यांपैकीं गहिरे आणि फिक्के रंग कसे तयार होतात तें विचारावें. शिसपेन-सिलिनें पहिल्या ओळींत एक व दुसऱ्या आणि तिसऱ्या ओळींत तीन तीन वर्तुळें रेखाटलेला एक कागद फळ्यावर लावावा.

पहिल्या ओळींतलें वर्तुळ साध्या तांबड्या रंगानें आणि दुसऱ्या व तिसऱ्या ओळींतलीं डावीकडील पहिलीं वर्तुळें अनुक्रमें किरमिजी व शेंदरी रंगानें रंगवावीं. नंतर किरमिजी व शेंदरी रंगांत थोडा तांबडा रंग मिसळून त्यांनीं दुसऱ्या व तिसऱ्या ओळींतील दुसरीं वर्तुळें रंगवावीं, व पुन्हा या नव्या रंगांत आणखी थोडथोडा तांबडा रंग मिसळून होणाऱ्या रंगांनीं अनुक्रमें राहिलेलीं वर्तुळें रंगवावीं. मुलांनो, दुसऱ्या ओळींत तीन रंगीत वर्तुळें आहेत. त्यांच्या रंगांचीं नांवें तुह्मी सांगू शकाल काय?—डावीकडील पहिल्या वर्तुळाचा रंग किरमिजी आहे दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्तुळांच्या रंगांचीं नांवें माहीत नाहींत; तथापि ते तांबड्या रंगाचेच प्रकार आहेत.—बरोबर. ते तांबड्या रंगाचेच प्रकार आहेत. किरमिजी हा देखील तांबड्याचाच प्रकार होय; मात्र हे रंग शुद्ध नव्हेत, हें तुह्माला माहीतच आहे. तांबड्या रंगांत थोडा निळा किंवा काळा मिसळूनच हे तिन्ही रंग झालेले आहेत. अशा रीतीनें थोडथोड्या फरकानें शुद्ध तांबड्यापासून तों किरमिजीपर्यंत आपल्याला किती तरी प्रकार बनवितां येतील. या सर्व प्रकारांस एक सामान्य नांव आहे. या सर्व रंगांस तांबड्या रंगाच्या **छाया** असें ह्मणतात. आतां तिसरी ओळ पहा. तींतील रंगांचीं नांवें सांगा.—डावेकडील पहिल्या वर्तुळाचा रंग शेंदरी आहे. दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्तुळांच्या रंगांचीं नांवें माहीत नाहींत. तथापि तेही तांबड्या रंगाचेच प्रकार आहेत.—बरोबर. शुद्ध तांबड्यापेक्षां हे तिन्ही रंग फिक्के आहेत. ह्यांस तांबड्या रंगाच्या **छटा** असें सामान्य नांव आहे. कोणत्याही रंगाच्या गहिऱ्या रंगाच्या प्रकारांस त्या रंगाच्या **छाया** आणि फिक्क्या रंगाच्या प्रकारांस त्या रंगाच्या **छटा** असें ह्मणतात. कोणत्याही रंगाची **छाया** कशी बनते? **छटा** कशी बनते?

याचप्रमाणें पिवळा व निळा हे मूळ रंग, हिरवा, नारिंगी व जांभळा हे मिश्र रंग, आणि उदी, तपकिरी, कंदी, पिंगट, राखी व करडा हे संकीर्ण रंग ह्यांच्या छाया व छटा यांविषयीं मुलांस

वर सांगितल्याप्रमाणें माहिती करून द्यावी. शेवटीं मुलांस अनेक वस्तु दाखवून त्या कोणत्या रंगाच्या छायेच्या किंवा छटेच्या आहेत हें ओळखवून घ्यावें, व रंगांच्या तक्त्यावर आणि पाठाकरितां तयार केलेल्या रंगीत वर्तुळांचे कागदांवर सर्व रंग विचारून घ्यावे.

पाठ अकरावा.

सृष्ट पदार्थांचे रंग.

पाठाचें साहित्य.—सर्व प्रकारच्या रंगांचीं पानें, फुलें, फळें, खनिज पदार्थ वगैरे; रंगांचा तक्ता, रंगांचे गहिरे व फिके प्रकार आणि छाया व छटा दाखविण्याकरितां तयार केलेले वर्तुळें रंगविलेले कागद, पितळी बोंडाच्या चुका, सर्व रंगांच्या पुडी, पाणी, चिनीमातीचे प्याले, कुंचे व कागद.

आतांपर्यंत मुलांस रंगांविषयीं जे पाठ दिले, त्यांत रंगांविषयींच्या सामान्य गोष्टी मुलांस शिकविल्या. मुलांच्या भोंवतीं जे असंख्य सृष्ट पदार्थ पसरले आहेत, त्यांचे रंग त्यांजकडून ओळखवून घेणें व त्यांविषयीं सामान्य माहिती करून देणें हा ह्या पाठाचा मुख्य विषय होय.

मुलांस अनेक पदार्थ दाखवून त्यांजकडून पुढील गोष्टी काढून घ्याव्या. (१) एकाच झाडाच्या सर्व अवयवांचा रंग एकसारखाच असतो असें नाहीं. (२) केवळ साध्या प्रकारच्या मूळ, मिश्र किंवा संकीर्ण रंगांच्या वस्तु एकंदरींत कमी; सृष्ट पदार्थांचे रंग ह्मणजे बहुधा कोणत्या तरी रंगाची छाया किंवा छटा असते. (३) सृष्ट पदार्थ इतक्या निरनिराळ्या रंगांच्या छायांचे किंवा छटांचे असतात, कीं बहुतेक प्रत्येक पदार्थाचा रंग निराळाच असतो असें ह्मटलें तरी चालेल.

मुलांस पानें, फुलें वगैरे उद्भिज्ज व कांहीं खनिज पदार्थ यांपैकीं एकेक पदार्थ दाखवावा, त्याचा रंग विचारावा, तो रंग मूळ,

मिश्र किंवा संकीर्ण ह्यांपैकीं कोणत्या वर्गांत मोडतो, तो रंग कोणत्या रंगाची छाया अथवा छटा आहे, आणि तो रंग कोणकोणते रंग मिसळल्यानें तयार होईल, इत्यादि प्रश्नांचीं उत्तरें त्यांजकडून काढून घ्यावीं. रंगांचा तक्ता आणि गहिरे व फिक्के रंग आणि रंगांच्या छाया व छटा दाखविण्याकरितां रंगीत वर्तुळें काढलेले कागद यांवरील कोणत्या रंगाशीं दाखविलेल्या पदार्थाच्या रंगाचें साम्य आहे, तें मुलांस विचारावें. मुलांस मूळ रंगांच्या पुडी देऊन त्यांजकडून एखाद्या पदार्थाच्या रंगासारखा रंग बनवून घ्यावा.

पुढील माहिती क्रमाक्रमानें मुलांस प्रश्नोत्तररूपानें शिकवावी.

पानांचे रंग.–झाडांच्या पानांचा रंग सामान्यतः हिरवा असतो. झाडांस नवीन पालवी फुटते तेव्हां पुष्कळ झाडांचीं कोंवळीं पानें तांबड्या रंगाच्या छायेचीं किंवा छटेचीं असतात. पानें जून होत जातात तसतशीं तीं हिरवीं होतात. पानें पिकून गळण्याचे वेळीं पिवळीं होतात. कित्येक झाडांचीं पानें हिरव्याखेरीज इतर रंगाचीं असतात, कित्येकांच्या पानांवर अनेक रंगांचे ठिपके असतात, व एकाच पानांत अनेक रंगही असतात. पानांचे हे सर्व प्रकार मुलांस प्रथम दाखवून त्यांजकडूनच ह्या सर्व गोष्टी काढून घ्याव्या.

फुलांचे रंग.—सर्व प्रकारच्या रंगांचीं फुलें असतात. एकाच फुलांत अनेक रंगही असतात. फुलांच्या सर्व भागांचा रंग एकसारखाच असतो असें नाहीं.

फळांचे रंग.—फुलांप्रमाणें किंवा पानांप्रमाणें फळेंही अनेक रंगांचीं असतात. एकाच फळावर अनेक रंगही असतात. बहुतेक फळें कच्चीं असतां हिरव्या रंगाचीं असतात. तीं पिकल्यावर त्यांस निराळे रंग येतात. बहुतेक फळें पिकल्यावर पिवळीं, तांबडीं, रातीं किंवा शेंदरीं होतात. कित्येक फळांचा आंत व बाहेर एकसारखाच रंग असतो व कित्येकांचा आंतला व बाहेरला रंग निरनिराळा असतो.

खनिज पदार्थांचे रंग.—उद्भिज्जांप्रमाणें खनिज पदार्थही अनेक रंगांचे असतात, हें सर्व रंगांचे पदार्थ दाखवून मुलांचे लक्षांत आणून द्यावें.

आपली दृष्टि व सृष्टपदार्थांचे रंग.—सर्व रंगांत हिरवा रंग आपल्या दृष्टीस विशेष आनंदकारक वाटतो, व त्यानें आपल्या डोळ्यांस थंडावा येऊन डोळ्यांचें तेजही वाढतें, असें शास्त्रज्ञांनीं अनेक प्रयोगांवरून सिद्ध केलें असून, आपला नेहमींचा अनुभवही असाच आहे. सृष्टींतील एकंदर सर्व पदार्थांत हिरवा रंगच पुष्कळ असून तो सृष्टींत आपल्या भोंवतीं सर्वत्र पसरलेला आहे. तरी एकच एक रंग पाहण्याचा आपल्या डोळ्यांस कंटाळा येऊं नये ह्मणून सृष्टींत रंगवैचित्र्यही कांहीं कमी नाहीं ! ह्या गोष्टींकडे मुलांचें लक्ष्य वेधेल असें करावें.

पाठ बारावा.

मीठ.

पाठाचें साहित्य.–शुद्ध सैंधव, अशुद्ध सैंधव, मेंगें (खाराघोडा एथील) मीठ, समुद्रकांठचें मीठ, खलबत्ता, स्पिरिटचा दिवा, शेगडी, चिमटा, मूस, मिठवणी, दोन काचपात्रें, चिनीमातीच्या तीन ताटल्या, चिनीमातीचे दोन पेले, कागदाचे तुकडे, मिठाचे मोठाले स्वच्छ खडे, कांटा व वजनें, चमचा, पाणी, फुंकणी, मिठागराचा नमुना, हिंदुस्थानचा नकाशा व मिळाल्यास समुद्राचें पाणी.

सर्व मुलांस एकेक मिठाचा स्वच्छ खडा व एकेक कागदाचा तुकडा द्यावा. मुलांनीं ते खडे कागदांवर ठेवावे. मुलांनो, दिलेला खडा किंचित दाबून त्याचा एकेक कण चाखून पहा. तो खडा कसला आहे ?—मिठाचा.—मिठाचा रंग पांढरा असतो, तें किंचित चमकतें, तें सहज फुटतें व चुरतां येतें, ह्मणजे मिठाचे खडे ठिसूळ असतात, तें लहान लहान कण एकमेकांस चिकटून झालेलें असतें, मीठ चुरलें असतां त्याचे कण बोटांस खरबरीत व चुरचुरीत लागतात, ह्या गोष्टी प्रश्नोत्तररूपानें मुलांकडून काढून घ्याव्या. मिठाचे कांहीं खडे घेऊन ते खलबत्त्यांत किंवा कशानें तरी कुटून त्यांची बारीक पूड करावी. स्वच्छ मिठाची बारीक पूड

व पिठीसाखर हीं मुलांस दाखवावीं. मुलांनो, हीं दोन्ही सारखींच दिसतात. हीं आतां कशीं ओळखावीं?—चाखून पाहून.—पाण्याचा शोषकपणा, त्याची सच्छिद्रता, त्याची द्रावकता, द्राव्य पदार्थ आणि विरघळणें ह्या शब्दांचे अर्थ मुलांस विचारून घ्यावे. ह्या शब्दांचा उल्लेख मागें आलेला आहे. सहा तोळे भार थंड पाणी एका काचपात्रांत घेऊन त्यांत दोन तोळे मिठाची पूड थोडथोडी घालावी. पूड घालीत असतां चमच्यानें वरचेवर ढवळावें. दोन तोळे मीठ विरल्यावर त्यांत आणखी मीठ घातलें तर तें न विरतां बुंधाशीं बसूं लागतें, हें मुलांस दाखवावें. नंतर मिठवणी चिनीमातीच्या प्याल्यांत घेऊन कढवावें व त्यांत आणखी मीठ घालून ढवळावें. मुलांनो, ह्या प्रयोगांवरून तुह्माला कोणत्या मुख्य गोष्टी समजल्या?—मीठ आपल्या तिप्पट वजनाच्या पाण्यांत विरतें, आणि थंड पाण्यापेक्षां गरम पाण्यांत तें अधिक विरघळत नाहीं.—बरोबर. एक चमचाभर नुसतें पाणी व एक चमचाभर मिठवणी मुलांकडून वजन करवावें. तुह्माला काय आढळलें?—मिठवणी नुसत्या पाण्याहून जड असतें.—कां? समुद्राचें पाणी मिळण्याजोगें असल्यास तें व साधें पाणी चमचा चमचा घेऊन वजन करवावें, व समुद्राचें पाणी मुलांकडून चाखवावें. ह्या प्रयोगावरून तुह्माला काय समजलें?—समुद्राचें पाणी खारट असतें; त्यांत मीठ असतें. समुद्राचें पाणी साध्या पाण्याहून जड असतें.—ह्या मिठवण्यांत किंवा समुद्राच्या पाण्यांत मीठ आहे, हें तुह्माला ठाऊकच आहे. तें पुन्हा आपल्याला निराळें काढतां येईल काय? कसें काढावें? चिनीमातीच्या ताटलींत मिठवणी (व असल्यास मागून समुद्राचें पाणी) घेऊन व ताटली दिव्यावर धरून तें आटवावें. पाणी सावकाश आटूं दिलें असतां मिठाचे स्फटिक बनतील. ते मुलांस दाखवावे, व त्यांचें निरीक्षण करवून ते सर्व घनाकार आहेत हें मुलांकडून काढून घ्यावें. पाणी जलद आटविल्यास स्फटिक न बनतां मिठाची पूड ताटलींत राहील. पावसाळ्यांत हवेंतील

ओलाव्यानें मीठ पाझरतें, आणि उन्हाळ्यांत व हिंवाळ्यांत मीठ कोरडें ठाक राहतें, ह्या गोष्टी मुलांनीं पाहिलेल्या असतात, त्यांचें त्यांस स्मरण द्यावें. मुलांचें लक्ष्य या गोष्टींकडे कदाचित गेलेलें नसेल. यास्तव पाठापूर्वीं किंवा पाठानंतर योग्य वेळीं ह्या गोष्टी मुलांचे नजरेस आणून द्याव्या. मुलांनो, आतां हा मिठाचा खडा ह्या शेगडींतल्या निखाऱ्यांत टाकितों. काय झालें ?—खडा पिचून फुटला व तडतडला.—आतां ह्या मुशींत हा मिठाचा खडा घालून मूस निखाऱ्यांवर ठेवितों व चांगली आंच लावितों. काय झालें ?—मीठ वितळून त्याचा रस झाला.—मूस अशीच कांहीं वेळ निखाऱ्यांत ठेवून तिच्या खालीं चांगली आंच लावूं. आतां काय होत आहे ?—मिठाची वाफ होऊन जात आहे.—मूस विस्तवांतून काढून हें तिच्यांत राहिलेलें पातळ मीठ आतां थंड होऊं देतों. तें थंड झाल्यावर त्याची साध्या मिठाशीं तुलना करून पहा.

मुलांनो, मिठाविषयीं आवश्यक अशा बहुतेक गोष्टी तुह्माला समजल्या. आतां हा एक मोठा खडा आहे, हा पहा. हा कशासारखा दिसतो ?—गारगोटीप्रमाणें.—ह्याचा रंग कसा आहे ?—कांहींसा उदी.—हा हातांत घेऊन पहा. कसा आहे ?—जड.—ह्याच्या बाजवा हाताला कशा लागतात ?—गुळगुळीत.—तो असा उजेडाकडे धरून पहा. कसा आहे ?—कांहींसा पारदर्शक.—तुमचें बोट त्यावर जोरानें घांसा व तें जिभेला लावून पहा.—ह्याला खारट चव आहे.—ह्याचा बारीक तुकडा फोडून घेऊन पाण्यांत टाकितों. काय झालें ?—तुकडा पाण्यांत विरघळला.—ह्यावरून हा खडा कशाचा असावा ?—मिठाचा.—बरोबर. हें एक प्रकारचें मीठच आहे. ह्याला आपण सैंधव किंवा शेंदेलोण असें ह्मणतों. मेंगें (खाराघोडा एथील) मीठ दाखवावें. हें एक तिसऱ्या प्रकारचें मीठ आहे. ह्यांत व साध्या मिठांत फारसा फरक नाहीं. तरी याची चव पहा.—हें साध्या मिठाहून जास्त खारट आहे.—बरोबर. तुह्माला मिठाचे किती प्रकार समजले ?—तीन.—आतां हें तीन प्रकारचें मीठ आपल्याला कोठून व कसें मिळतें पाहूं.

सैंधव किंवा शेंदेलोण हा एक प्रकार. हें मीठ खाणींतून खणून काढितात. ह्याला खाणीचें मीठ ह्मणूं. हिंदुस्थानच्या नकाशावर मुलांस पंजाब व सिंध हे प्रांत दाखवावे. ह्या प्रांतांत मिठाच्या मोठमोठ्या खाणी आहेत. हें मीठ बरेंच शुद्ध असतें तेव्हां तें बहुतेक काचेसारखें पारदर्शक व चकचकीत असतें. अशा शुद्ध सैंधवाचा खडा मुलांस दाखवावा. खाणीच्या मिठांत माती व दुसरे पदार्थ मिसळलेले असले ह्मणजे त्याचा रंग पांढरा नसतो व तें एकदम उपयोगांत आणलें जात नाहीं. खाणींतील मीठ शुद्ध करण्याचे तीन प्रकार आहेत. अशुद्ध मीठ पाण्यांत विरवून तें कांहीं वेळ तसेंच ठेविलें, ह्मणजे त्यांतले माती वगैरे पदार्थ तळीं बसतात. मग वरचें पाणी ओतून घेऊन आटवितात ह्मणजे शुद्ध मीठ तयार होतें. हा मीठ शुद्ध करण्याचा पहिला प्रकार. अशुद्ध मिठाचें ह्या कृतीनें शुद्ध मीठ तयार करून दाखवावें. अशुद्ध मिठाच्या खाणींतून पाण्याचे झरे वाहत असले तर त्या झऱ्यांचें पाणी आटवून शुद्ध मीठ तयार करितात. हा मीठ शुद्ध करण्याचा दुसरा प्रकार होय. जेव्हां खाणींतून मिठाचे झरे वाहत नसतात तेव्हां खाणींत बाहेरून पाणी सोडितात. त्या पाण्यांत खाणींतील बरेंचसें मीठ विरलें व मिठांतील माती वगैरे पदार्थ तळाशीं बसले ह्मणजे तें पाणी वर काढून आटवितात. खाणींतील अशुद्ध मीठ शुद्ध करण्याची ही तिसरी रीत होय.

विहिरीच्या किंवा सरोवराच्या पाण्यापासून होणारें मीठ हा मिठाचा दुसरा प्रकार, व समुद्राच्या पाण्याचें मीठ हा तिसरा प्रकार होय. ह्या दोहों प्रकारचें मीठ पाण्यापासूनच होतें व त्यांची तयार करण्याची कृतीही बहुतेक एकसारखीच आहे. नकाशावर वऱ्हाड प्रांतांतील पुरणा नदीच्या दोहों बाजूंकडील लोणार सरोवर नांवाचा मिठाचा प्रदेश व विरमगांवाजवळील खाराघोडा हें ठिकाण दाखवावें. ह्या ठिकाणीं विहिरी खणल्या असतां त्यांतून मिठवण्याप्रमाणें पाणी निघतें. कोंकणांत व आणखी कांहीं ठिकाणीं समुद्राच्या पाण्यापासून मीठ तयार करितात. पाण्यापासून

मीठ तयार करण्याच्या दोन रीति आहेत. समुद्राचें किंवा विहिरीचें पाणी भांड्यांत आटविणें हा एक प्रकार. परंतु खर्च फार लागतो ह्मणून ह्या रीतीनें मीठ फारसें तयार करीत नाहींत. दुसरा प्रकार मिठागरांत मीठ पिकविणें हा होय.

समुद्रकांठीं एका मोठ्या क्षेत्रांत लहान लहान वाफे करितात. वाफ्यांच्या मेरा (बांध) सुमारें एक हात रुंद असतात, व वाफ्यांची खोली वीतभर असते. अशा प्रकारच्या क्षेत्राला मिठागर ह्मणतात. आगराच्या एका बाजूस समुद्राच्या भरतीचें पाणी आंत घेण्याकरितां एक मोठें तळें करितात. ह्या तळ्यांतील पाणी सर्व वाफ्यांत सोडतां येतें. भरतीचें पाणी तळ्यांत घेतल्यावर कांहीं वेळ तसेंच राहूं दिलें ह्मणजे त्यांतील गाळ व वाईट पदार्थ तळाशीं बसतात. नंतर तें पाणी वाफ्यांत सोडतात. वाफ्यांतील पाण्याची उष्णतेनें वाफ होऊं लागली ह्मणजे मिठाचे स्फटिक वाफ्यांत जमूं लागतात. आगरी लोक लांकडाच्या लांब फावड्यानें हें मीठ वरचेवर मेरेवर ओढून घेऊन त्यांचे ढीग घालितात. अशा रीतीनें मिठागरांत मीठ तयार होतें.

लाकडाच्या मोठ्या फळीवर माती घालून एक मिठागराचा लहानसा नमुना तयार करावा. समुद्रकांठीं त्यांत प्रत्यक्ष समुद्राचें पाणी सोडून वरील सर्व प्रकार मुलांस नीट समजावून द्यावा. इतर ठिकाणीं समुद्राच्या पाण्याऐवजीं मिठवण्याचा उपयोग करावा.

उपयोग.—मिठाचे उपयोग मुलांस माहीत असतातच. ते त्यांस विचारून घ्यावे. मिठाइतका मनुष्यास आवश्यक असा दुसरा खनिज पदार्थ नाहीं. प्रकृति चांगली राहण्यास मीठ खाणें अगदीं जरूर आहे. आपल्या अन्नांतील बहुतेक पदार्थांत रुचि येण्यास मीठ घालावें लागतें. मीठ हें फार पौष्टिक आहे. बरेच दिवसांत मीठ न खाल्लें तर प्रकृति बिघडते व अशक्तता येते. गुरांसही मीठ घालावें लागतें. झाडें व पिकें यांस मीठ खतासारखें उपयोगीं पडतें. मांस, मासे वगैरे नासूं किंवा कुजूं नयेत ह्मणून तीं खारवितात किंवा मिठांत ठेवितात. लोणच्यांत

मीठ घालितात. प्रेतें पुरतांनाही त्यांच्या खालीं वर मीठ घालण्याची चाल आहे. पेलाभर पाण्यांत चमचाभर मीठ घालून दिल्यास वांति होते. विषारी पदार्थ पोटांत गेल्यास प्रथम हा उपाय करितात. पापडखाराच्या व दुसऱ्या कित्येक कारखान्यांत मीठ फार उपयोगीं पडतें. असे मिठाचे अनेक उपयोग आहेत.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. **मिठाचे धर्म.**—चव खारट. रंग पांढरा. अपारदर्शक; परंतु शुद्ध सैंधव बहुतेक पारदर्शक. ठिसूळ. तिप्पट वजनाच्या ऊन किंवा थंड पाण्यांत सारखेंच विरघळतें. वितळतें. फार उष्णतेनें वाफ होते. हवेंतील ओलावा शोषून घेऊन पाझरतें.

२. **मिठाचे स्फटिक.**—घनाकृति.

३. **मीठ तीन प्रकारचें.**—१. खाणीचें, २. विहिरीच्या पाण्याचें व ३. समुद्राच्या पाण्याचें.

४. **मिठाचे उपयोग.**—(एथें उपयोग लिहावे.)

पाठ तेरावा.

गंधक.

पाठाचें साहित्य.—कांडीचा गंधक, आंवळ्या गंधक, गंधकाचें फूल, हातोडा, टरपेंटाईन, लोखंडाची पळी, स्पिरिटचा दिवा किंवा मेणबत्ती, तांब्याची बारीक तार; कथील, जस्त, शिसें व लोखंड यांच्या बारीक तारांचे तुकडे, रुपया, पाणी, दिडकी, गंधकाडी, साध्या काड्या, तांबडीं फुलें, तेजाब (सल्फ्युरिक आसिड), आगकाड्यांची पेटी व तीन काचपात्रें.

गंधकाची कांडी मुलांचे हातीं द्यावी. हा पदार्थ काय असावा ? —गंधक.—गंधकाचा रंग कसा आहे?—लिंबोळी (फिक्कट पिवळा).—त्याचा वास घ्या व तो किंचित चाखून पहा.—गंधकास उग्र वास येतो. गंधकास चव नाहीं.—गंधकाचा तुकडा खालीं ठेवा, व

तुह्मी आपापल्या हातांचा वास घेऊन पहा.—हातांस गंधकाचा वास येतो आहे. गंधकानें दुसऱ्या पदार्थांस वास लागतो.—ही गंधकाची कांडी वांकवून पहा.—ती वांकली नाहीं; लागलीच मोडली.—कांडीचे हे तुकडे हातोड्यानें अगदीं हळू ठोकून फुटतात काय पहा.—गंधकाच्या तुकड्यांचा सहज चूर झाला.—ह्यावरून गंधक कसा आहे?—ठिसूळ.—गंधक हातोड्यानें फोडीत असतां तुह्माला काय आढळलें?—गंधक फुटतांना 'चुरचुर' असा बारीक आवाज होतो.—ह्या काचपात्रांत पाणी व ह्या दुसऱ्या काचपात्रांत थोडें टरपेंटाईन ओतितों. आतां ह्या दोहों काचपात्रांत गंधकाचा एकेक तुकडा टाकितों. त्यांचें काय होतें तें नीट पाहून सांगा.—बराच वेळ झाला तरी पाण्यांतला गंधकाचा खडा आहे तसाच आहे; गंधक पाण्यांत विरघळत नाहीं. टरपेंटाईन मध्यें टाकिलेला गंधकाचा खडा लहान झाला; यावरून गंधक टरपेंटाईनमध्यें विरघळतो.—ह्या लोखंडाच्या पळींत हे गंधकाचे तुकडे घालून पळी दिव्यावर धरितों. गंधकाचें काय होत आहे तें लक्ष्यपूर्वक पाहून मला सांगा.—गंधक प्रथम वितळला. नंतर त्याचा रस कढूं लागला व तो कांहीं घट्ट होऊन त्यास नारिंगी रंग आला. आतां ता रस फिरून पातळ होऊन त्यानें पेट घेतला. गंधकाची ज्वाला निळया रंगाची आहे. गंधक बहुतेक सर्व जळाला व त्याचा धूर चोहोंकडे पसरला. गंधकाचा धूर नाकातोंडांत शिरून गुदमरल्यासारखें वाटतें.—आतां तुह्माला एक चमत्कार दाखवितों. पळींत दुसरा गंधक घालून त्याचा रस करितों. गंधकाचा रस उकळत आहे, त्याच्या वाफेवर हा तांब्याच्या तारेचा तुकडा चिमट्यांत धरितों. काय झालें?—तांब्याची तार जळत आहे.—तारेचा तुकडा पळींत टाकितों. तो गंधकाबरोबर जळून गेला. पळींत शिल्लक राहिलेला हा पदार्थ काय असावा?—तांबें व गंधक यांचें मिश्रण.—तांब्याप्रमाणेंच कथील, जस्त, शिसें, लोखंड इत्यादिकांशीं गंधक तत्काल मिश्र होतो, हें मुलांस सवडीप्रमाणें

दाखवावें. हे धातु अशोधित स्थितींत बहुधा गंधकाशीं मिश्र झालेले असतात. गंधकाचे वाफेंत रुपया धरितांच तो काळा पडतो, व गंधक व रुपया हीं कांहीं वेळ एकत्र ठेविल्यास रुपया काळा पडतो, हें मुलांस दाखवावें. कोंबडीच्या अंड्यांत गंधक फार असल्यामुळें त्याचा अंश रुप्याच्या भांड्यास लागतांच भांडें काळें पडतें.

गंधकाचा रस होतांच तो पाण्यांत ओतितों. काय झालें ?—गंधकाची घट्ट वडी झाली.—आतां गंधकाचा रस बराच दाट होऊं देऊन मग तो पाण्यांत ओतितों. काय झालें ?—गंधकाचा मेणाप्रमाणें मऊ गोळा झाला.—पहा हा गोळा असा ओढून त्याची लांब कांडीही बनवितां आली. ह्या गोळ्याच्या एका तुकड्यावर ही दिडकी दाबितों. काय झालें ?—गंधक मऊ झाला असल्यामुळें त्याजवर दिडकीचा ठसा उठला आहे.—

गंधकाडी व साधी काडी ह्यांचीं टोंकें क्रमानें निखाऱ्यास लावितों. काय झालें ?—गंधकाडी लागलीच पेटून जळूं लागली; साधी काडी तशी पेट घेत नाहीं.—यावरून गंधकाचा कोणता धर्म समजतो ?—गंधक शीघ्रज्वालाग्राही आहे व त्यामुळें तो दुसऱ्या पदार्थांसही लवकर पेट घेण्यास लावतो.--गंधकाच्या वाफेंत हें तांबड्या जासवंदीचें फूल धरितों. काय झालें ?—फुलाचा रंग जाऊन तें पांढरें झालें.—यावरून गंधकांत कोणता गुण आहे ?—रंग घालविण्याचा.—

मुलांनो, गंधकाविषयीं बऱ्याच गोष्टी तुह्माला समजल्या. आपल्या इकडे कोठें कोठें ऊन पाण्याचे झरे असतात हें तुह्माला माहीतच आहे. मुलांकडून कांहीं ठिकाणें नकाशावर दाखवून घ्यावीं. अशा ऊन पाण्याच्या झऱ्यांच्या आसपास खाणींत गंधक सांपडतो. कित्येक पर्वतांच्या पोटांत गंधकासारखे ज्वालाग्राही पदार्थ पेटून त्यांची वाफ, धूर, राख व पेटलेल्या पदार्थांचे रस बाहेर पडतात. अशा पर्वतांस ज्वालामुखी पर्वत ह्मणतात. ज्वाला-

मुखी पर्वताजवळ गंधक फार सांपडतो. तो अशुद्ध असतो. त्याची वाफ करून ती थिजविली ह्मणजे शुद्ध गंधक होतो.

गंधकाचे प्रकार तीन आहेत. कांडीचा गंधक, आंवळ्या गंधक व गंधकाचें फूल. मुलांस हे तिन्ही प्रकार दाखवावे.

गंधकाचे उपयोग मुलांस माहीत असतील ते प्रथम विचारून घ्यावे. बाराची दारू व आगकाड्या करण्यास गंधक लागतो. कपडे रंगविणें, पदार्थांचे रंग घालविणें, कातडीं कमाविणें ह्या कामीं गंधकाचा उपयोग होतो. त्याची धुरी दिल्यानें घाण कमी होते व रोगांचे जंतु मरतात. गंधक औषधी आहे. वैद्यांच्या पुष्कळ रसायणांत गंधक असतो. खरजेस गंधकाचें मलम लावितात. गंधकापासून तेजाब (सल्फ्युरिक आसिड) तयार होतो. तेजाब अतिशय उपयोगी पदार्थ आहे. मुलांस तेजाब दाखवावा. मात्र तें विष आहे व तें जाळणारें आहे हें लक्ष्यांत असावें.

फळ्यावरील टिप्पण.

गंधक.—रंग लिंबोळी. वास उग्र. चव नाहीं. ठिसूळ. पाण्यांत विरघळत नाहीं. टरपेंटाईनमध्यें विरघळतो. वितळतो. दाह्य. शीघ्रज्वालाग्राही. धातूंशीं लवकर मिसळतो. दुसऱ्या पदार्थास पेटविणारा.

गंधक तीन प्रकारचा.—कांडीचा, आंवळ्या व फूल.

स्थान.—ज्वालामुखी पर्वतांत व ऊन पाण्याच्या झऱ्यांजवळ सांपडतो.

उपयोग.—(एथें उपयोग लिहावे.)

पाठ चौदावा.

लोखंड.

पाठाचें साहित्य.—हिंदुस्थानचा नकाशा, खनिज लोहचुंबक, लाल मुरूम, सोनकाव, सोनामुखी नांवाचा दगड, अशुद्ध लोखंडाचे आणखी कांहीं प्रकार, गंधक, लोखंडाची पळी, स्पिरिटचा दिवा, शेगडी, फुंकणी, भाता, लोखंड गाळण्याच्या दोन भट्यांचीं

चित्रें किंवा फळ्यावरील आकृति, पोलादी चाकू, घड्याळाची कमान, ओतींव, घडींव, व धावडी लोखंडाच्या कांहीं वस्तु अगर तुकडे.

१. उपोद्घात.

मुलांनो, तुह्माला माहीत असलेल्या एकंदर धातूंत आपल्याला विशेष उपयोगी असा कोणता धातु असावा बरें ?—लोखंड.—बरोबर. तुह्माला लोखंडाचे गुणधर्म समजले ह्मणजे तें इतकें उपयोगी कसें झालें आहे, तें आपोआप समजेलच. मुलांनो, आपण जे लोखंडाचे अनेक पदार्थ पाहतों, ते आपल्याला बहुधा सारखेच दिसतात; त्यांच्यांत परस्परविरुद्ध असे धर्म असतील अशी कल्पनाही नसते. वस्तुतः लोखंडाचे मुख्य प्रकार तीन आहेत, व त्या तिहींचे धर्म अगदीं निरनिराळे आहेत. लोखंड मऊही आहे, कठीणही आहे; ठिसूळही आहे, चिंवटही आहे; असा हा धातु मोठा विलक्षण आहे ! अर्थात लोखंडाला 'धातूंचा राजा ' ह्मणतात तें अगदीं यथार्थ होय.

२. अशोधित लोखंड.

लोखंड खाणींत सांपडतें. तें माती, गंधक व इतर पदार्थ ह्यांशीं मिसळलेलें असतें. बहुतेक सर्व देशांत आणि सर्व ठिकाणीं लोखंड सांपडतें. नकाशावर राणीगंज, चांदा, नेलोर, कर्नाटक प्रांत, सह्याद्रि हीं दाखवावीं. आपल्या इकडे लोखंड सर्वत्र सांपडतें, तरी या ठिकाणीं पुष्कळ सांपडतें. राणीगंज, चांदा इत्यादि ठिकाणीं लोखंड काढण्याचे नवीन तऱ्हेचे कारखाने चालू आहेत. संगचिकमक (खनिज लोहचुंबक), लाल मुरूम, लोखंडी काव, सोनकाव, सोनामुखी व आणखी कित्येक प्रकारचे अशोधित लोखंडाचे दगड मुलांस दखवावे. हें अशुद्ध किंवा अशोधित लोखंड होय.

३. ओतींव लोखंड किंवा बीड.

लोखंडाच्या पळींत गंधकाचा खडा घालून पळी दिव्यावर धरावी व परिणाम मुलांस दाखवावा. गंधक दाह्य व शीघ्रज्वाला-

ग्राही आहे, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. अशुद्ध लोखंडांत मुख्यत्वें गंधक मिसळलेला असतो, तो नाहींसा करण्यास काय केलें पाहिजे?—अशुद्ध लोखंडाचे दगड भाजले पाहिजेत.—बरोबर. अशुद्ध लोखंडाचे दगड फोडून त्याचे आंब्याएवढे तुकडे करितात. नंतर ते तुकडे व दगडी किंवा लांकडी कोळसे यांचे थरांवर थर रचून मोठाले ढीग करितात आणि ते पेटवितात. ही भट्टी आपोआप थंड झाली ह्मणजे तींतले लोखंडाचे दगड काढून घेतात. या दगडांत आतां काय काय राहिलें असतें बरें?—लोखंड व मातीसारखे अदाह्य पदार्थ.—बरोबर. लोखंड हा धातु असल्यामुळें त्याचा रस होतो, व माती वगैरे पदार्थ वितळत नाहींत, ही गोष्ट मुलांकडून काढून घ्यावी, आणि लोखंड शुद्ध करण्यास त्याचा रस करणें अवश्य आहे हें त्यांचे लक्ष्यांत आणून द्यावें. अशोधित लोखंड भाजल्यानंतर तें शुद्ध करण्यास काय करितात तें पाहूं.

लोखंड गाळण्याच्या भट्टीचें चित्र किंवा फळ्यावरील आकृति दाखवावी. (आकृति २ पहा.) ह्या भट्टीचा आकार कांहींसा शंकूसारखा असतो. तिची उंची ५० पासून ७० फुटांपर्यंत व फुगीर भागाची रुंदी १४ पासून १७ फुटांपर्यंत असते. तिचें बांधकाम उष्णतेनें न वितळणाऱ्या व न फुटणाऱ्या अशा पक्क्या विटांनीं केलेलें असून आंतला गिलावाही तसाच बळकट केलेला असतो. अशुद्ध लोखंडाचे दगड, दगडी कोळसे व चुनखडी हीं ह्या भट्टींत वरून घालतात. भट्टीला बाजूस भोंक ठेविलेलें असून त्यांतून वाफेच्या यंत्रांनीं चालणाऱ्या भात्यांनीं हवा जाण्याची सोय केलेली असते. मुलांस भाता दाखवावा, व लोहाराच्या भट्टींत भात्यानें काम कसें होत असतें, त्याचें स्मरण द्यावें. भट्टींत दर अर्ध्या तासानें अशुद्ध लोखंड, दगडी कोळसे व चुनखडी हीं घालीत असतात. भट्टी रात्रंदिवस चालू ठेवितात व तिचें काम वर्षानुवर्षें सारखें चालू असतें. भट्टी चांगली पेटली ह्मणजे आंतल्या अशुद्ध लोखंडाचें काय होत असावें?—तें वितळत असेल.—बरोबर. आंतील सर्व पदार्थ वितळून त्यांचा रस होतो.

चुनखडी, माती यांपैकीं वितळणाऱ्या पदार्थाचा रस लोखंडाच्या रसापेक्षां हलका असल्यामुळें तो वर राहतो, व भट्टीच्या बाजूस भोंकें ठेविलेलीं असतात त्यांतून बाहेर पडतो. लोखंडाचा रस भट्टीच्या बुडाशीं जमतो. भट्टीच्या बुडाशीं एक भोंक ठेविलेलें असतें. तें प्रथम बंद ठेविलेलें असतें. सुमारें बारा तासांनीं तें लांब लोखंडी गजानें ढोसून उघडितात, व भट्टींत सांचलेला लोखंडाचा सर्व रस खालीं वाळूच्या सांच्यांत गळल्यावर पुन्हा बंद करितात. वाळूच्या सांच्यांत लोखंड थंड झाल्यावर तें काढून घेतात. हमचौरस चार इंच व लांबी तीन फूट अशा आकाराच्या लोखंडाच्या कांबी तयार व्हाव्या, असे वाळूचे सांचे केलेले असतात. ह्या लोखंडास बीड असें नांव आहे. ह्याचा रस करून हवे ते ओतींव जिन्नस करितां येतात, ह्मणून याला ओतींव लोखंडही ह्मणतात. भट्टीची रचना, कामाची पद्धति व भट्टींत होणारें कार्य हीं मुलांस चित्रावरून नीट समजावून द्यावीं.

४. घडींव लोखंड.

ओतींव लोखंड सर्व प्रकारच्या कामांत उपयोगीं पडत नाहीं. ह्मणून त्याचें घडींव लोखंड बनवितात. ओतींव लोखंडांत कोळशाचा कांहीं अंश राहिलेला असतो, तो घालविण्याकरितां त्यास पुन्हा एकदां एका निराळ्या प्रकारच्या भट्टींत घालून वितळवितात, आणि त्याचा रस सांच्यांत घेऊन त्याचे गोळे बनूं देतात. नंतर हे गोळे त्याच भट्टींत घालून खूब तापवितात आणि ते तप्त असतांच बाहेर काढून मोठाल्या घणांनीं बडवितात. याप्रमाणें दोन चार वेळ केल्यावर शेवटीं त्या लोखंडाच्या कांबी बनवितात, ह्मणजे तें घडींव लोखंड झालें. ह्याला कांबीचें लोखंडही ह्मणतात.

ओतींव लोखंडाचें घडींव लोखंड करितांना भट्टींतील सर्पणाचा लोखंडास स्पर्श होऊं नये, भट्टींतील सर्पणाच्या फक्त कढत ज्वाला बिडाच्या कांबींवरून जाव्या, अशी योजना या भट्टींत केलेली असते. शिक्षकानें भट्टीचें चित्र फळ्यावर काढून मुलांस तिची माहिती करून द्यावी. (आकृति ४ पहा.) आपल्या इकडे

धावड लोक अशुद्ध लोखंडाचें ओतींव लोखंड न बनवितां त्याचें एकदमच घडींव लोखंड बनवितात. त्यांची कृति लहान प्रमाणावर परंतु बहुतेक वरील दोन प्रकारांत सांगितल्याप्रमाणेंच असते.

५. पोलाद.

पोलादाच्या कांहीं वस्तु, चाकू, शस्त्रें, घड्याळाची कमान इत्यादि, मुलांस दाखवाव्या. ह्या कशाच्या केलेल्या आहेत?— ह्या सर्व लोखंडाच्याच केलेल्या आहेत.—बरोबर. त्या लोखंडाच्याच आहेत, मात्र त्या घडींव किंवा ओतींव लोखंडाच्या नाहींत. लोखंडाचा हा तिसरा प्रकार आहे. ह्यास पोलाद किंवा तिखें ह्मणतात. ओतींव आणि घडींव अशा दोहों प्रकारच्या लोखंडापासून पोलाद तयार करितात. पोलादाचे धर्म ह्या दोहों प्रकारच्या लोखंडाहून भिन्न असतात.

आज तुह्माला इतकी माहिती पुरे. लोखंडाच्या ह्या तिन्ही प्रकारांविषयीं जास्त माहिती पुढें निराळ्या पाठांत दिली जाईल.

पाठ पंधरावा.

ओतींव लोखंड अथवा बीड.

पाठाचें साहित्य.—बिडाच्या तीन चार वस्तु, बिडाची एक वस्तु फोडण्याकरितां, शिशाचा तुकडा, हातोडा, शिसें व बीड ह्यांचा सारख्या आकाराच्या बारीक कांड्या, लाख, चमचा, स्पिरिटचा दिवा, खोलगट नक्षीची वस्तु, चाकू आणि पोलादाची व घडींव लोखंडाची एकेक वस्तु.

१. गुणधर्म.

बिडाच्या दोन तीन वस्तु मुलांस दाखवाव्या, व त्यांचें त्यांजकडून निरीक्षण करवावें. बिडाचा रस करून तो मुद्दाम तयार केलेल्या सांच्यांत ओतितात. तेथें तो रस थंड झाला ह्मणजे सांच्यांत तयार झालेली वस्तु काढून घेतात. एखाद्या नक्षीदार खोलगट

भागांत लाखेचा रस ओतून थंड होऊं द्यावा, व त्या लाखेंवर उठलेली ती नक्षी व तिला आलेला आकार हीं दाखवून बिडाच्या ओतींव वस्तु सांच्यांत कशा तयार होतात, तें मुलांस समजावून द्यावें.

लोखंड, मग तें कोणत्याही प्रकारचें असो, जड व कठीण असतें, ही गोष्ट मुलांस पूर्वीं माहीत झालेलीच असते. तीं ओतींव आणि घडींव लोखंड व पोलाद ह्यांचे तुकडे मुलांचे हातीं देऊन व चाकूनें ते कापण्याचा किंवा त्यांस खरवडण्याचा प्रयत्न करावयास सांगून त्यांजकडून काढून घ्यावी.

१. बीड ठिसूळ आहे.—एखादी हलक्या किंमतीची बिडाची वस्तु घेऊन तिजवर एका मुलास हातोड्यानें ठोकण्यास सांगावें. काय झालें?—ही वस्तु फुटली.—ह्यावरून बीड कसें आहे?—ठिसूळ.—

२. बीड घनवर्धनीय नाहीं.—बिडाच्या वस्तूवर अंमळ ठोकतांच ती फुटली; बीड ठिसूळ आहे. यावरून इतर धातूंमध्यें असणारा कोणता गुण बिडांत नसावा?—पत्रे होण्याचा गुण; घनवर्धनीयता.—हा शिशाचा तुकडा हातोड्यानें ठोकून पहा. तो फुटतो काय?—नाहीं; तो वाढतो.—मग शिसें कसें आहे?—घनवर्धनीय.—

३. बीड तंतुभवनीय नाहीं.—बीड ठिसूळ आहे; त्याच्या कणांत तांबें किंवा इतर धातूंच्या कणांप्रमाणें एकमेकांस चिकटून राहण्याची शक्ति नसते, हें तुह्माला समजलेंच. ह्यावरून त्याची बारीक तार करितां येईल काय?—नाहीं.—कां बरें?—त्याची ओढून तार काढूं लागलें असतां त्याचे तुकडे गळतील, कांकीं त्याच्या कणांत एकमेकांस चिकटून राहण्याची शक्ति नाहीं.—

४. बीड मोठा भार सहन करितें.—शिसें व बीड ह्यांच्या बारीक व सारख्या कांड्या मुलांस दाखवाव्या. प्रथम शिशाची कांडी उभी धरून तिजवर मोठा भार घालावा. शिशाची कांडी लागलीच वांकते. नंतर तितकाच भार बिडाच्या कांडीवर घालावा.

बिडाची कांडी मुळींच वांकत नाहीं. ह्या गोष्टी मुलांचे अनुभवास आणून देऊन, बिडाचे अंगीं फार मोठा भार सहन करण्याची शक्ति आहे, हें त्यांजकडून काढून घ्यावें. बिडाचा हा गुण फार महत्त्वाचा आहे.

५. बीड सहज वितळतें.—ओतींव लोखंड किंवा पोलाद ह्यांपेक्षां बीड फारच जलद व फारच थोड्या उष्णतेनें वितळतें, हा एक बिडाचा फार उपयागी गुण आहे. तसेंच बिडाचा रस थंड होऊन घनावस्थेंत येऊं लागला ह्मणजे फुगतो, ह्मणून बिडाच्या नक्षीदार ओतींव वस्तु उत्तम बनवितां येतात.

वस्तुतः बिडांतही तीन चार प्रकार आहेत, व त्यांचे धर्मही निरनिराळे आहेत. तथापि ह्या गोष्टी मुलांस सांगण्याचें कारण नाहीं. वर लिहिलेले धर्म सर्व प्रकारच्या बिडांत सामान्यतः असतात.

२. उपयोग.

ज्यांत फारशी मोडतोड होण्याचा संभव नसतो अशा लहान वस्तु, व नक्षीदार वस्तु बिडाच्याच करितात, मुठी, पलंग, गज, पाण्याच्या व दुसऱ्या नळ्या, आवारांचे दरवाजे, कठडे, इमारतींचे व पुलांचे खांब, पुलांच्या कमानी इत्यादि अनेक वस्तु ओतींव लोखंडाच्या करितात. बिडाच्या अंगच्या कोणत्या धर्मामुळें ह्या वस्तु विशेष उपयोगी होतात, तें मुलांकडून काढून घ्यावें. बिडाच्या आणखी कांहीं वस्तु मुलांच्या पाहण्यांत असतील त्या विचारून घ्याव्या.

पाठ सोळावा.

घडींव किंवा धावडी लोखंड.

पाठाचें साहित्य.—घडींव लोखंडाच्या तीन चार वस्तु, बिडाची एक वस्तु, पोलादाची एक वस्तु, चाकू, घडींव लोखंडाच्या गजाचा तुकडा, हातोडा, शिशाची कांडी, दाभण, कल्हईचा लो-

खंडीपत्रा, लोखंडाची बारीक तार, लोखंडी सांखळी आणि स्पिरिटचा दिवा किंवा मेणबत्ती.

१. उपोद्घात.

चौदाव्या पाठाची प्रथम थोडक्यांत उजळणी करून घडींव किंवा धावडी लोखंड ह्मणजे काय, तें कसें तयार करितात, व त्यास हें नांव कां पडलें, वगैरे प्रश्नांचीं उत्तरें मुलांकडून काढून घ्यावीं. घडींव लोखंड बनवितांना तें वारंवार तापवून ठोकावें—घडावें—लागतें, ह्यावरूनच त्यास घडींव, आणि धावडांनीं तयार केलेलें ह्मणून धावडी, हीं नांवें त्यास पडलेलीं आहेत.

२. गुणधर्म.

[illegible] तीन चार [illegible] मुलांचे हातीं देऊन त्यांजकडून त्यांचे निरीक्षण करवा[illegible] [illegible]णपणा हे गुण ह्याही लोखंडांत असतात, व ह्या दोन धर्मा[illegible] व घडींव लोखंडांत मुळींच फेर नाहीं, हें मागील पाठांत सांगितल्याप्रमाणें मुलांकडून काढून घ्यावें.

१. **घडींव लोखंड चिंवट आहे.**——घडींव लोखंडाच्या गजाचा किंवा पट्टीचा तुकडा घेऊन तो हातोड्यानें ठोकावा, दगडावर आपटावा, व कसातरी वेडावांकडा लववावा. मागील पाठांतील व आतां केलेल्या ह्या प्रयोगांवरून ओतींव व घडींव लोखंडांत तुह्माला काय फरक दिसून आला?—बीड लवकर व सहज फुटतें; तें ठिसूळ आहे. घडींव लोखंड तसें ठिसूळ नाहीं; तें चिंवट आहे.

२. **घडींव लोखंड लवचीक आहे.**—घडींव लोखंडाचा बारीक गज किंवा पट्टी अनेक प्रकारें वांकवावी व पिळवटावी. बिडाचा गज आपल्याला असा वांकवितां येईल काय?——नाहीं.——कां?—बीड ठिसूळ असल्यामुळें त्याचा गज वांकवूं लागतांच मोडून त्याचे तुकडे होतील.—घडींव लोखंड वांकवितां येतें, ह्मणून तें कसें आहे?—लवचीक.—बरोबर.

३. घडींव लोखंड घनवर्धनीय आहे.—घडींव लोखंडाची व शिशाची बारीक कांडी मुलांजवळ देऊन ती हातोड्यानें ठोकवावी. काय झालें ?—शिशाची कांडी चापट होऊन पसरली; लोखंडाची कांडी तशीच राहिली.—ह्यावरून शिसें कसें आहे ?—घनवर्धनीय.—आणि घडींव लोखंड ?—घनवर्धनीय नाहीं.—पाहूं या घडींव लोखंड घनवर्धनीय आहे का नाहीं तें. लोहार काम करीत असतां कोणी पाहिलें आहे ? तो हातोड्यानें लोखंड घडून त्यास पाहिजे तो आकार देतो. त्या वेळीं हातोड्यानें ठोकीत असतां लोखंड वाढून चापट होतें, तें तुह्मी पाहिलेंच आहे. मग आपला हा तुकडाच कां वाढला नाहीं ? लोहार लोखंड घडण्यापूर्वीं प्रत्येक वेळीं काय करितो ?—तो तें भट्टींत घालून खूब लाल करितो, व तें लाल असतांच ऐरणीवर धरून घणांनीं बडवितो.—लोखंड तापवून लाल केल्यानें काय होतें पाहूं. हा दाभण आहे. हा आतां असा सहज वांकतो का पहा.—वांकत नाहीं.—हाच दाभण ह्या दिव्यावर धरून मधोमध तापवितों. हात भाजूं नये ह्मणून हातीं धरण्यास कागद घ्या व आतां हा लवतो का पहा.—दाभण लवला.—तापविल्यानें लोखंड कसें होतें ?—मऊ.—शिसें सहज पसरण्याचें कारण ?—तें मऊ आहे.—आणि लोखंड थंड असतां हातोड्यानें ठोकलें तर तें कां वाढत नाहीं ?—थंड असतां तें फार कठीण असतें ह्मणून वाढत नाहीं.—ह्यावरून घडींव लोखंड कसें आहे ?—तापवून लाल केलें असतां घडींव लोखंड घनवर्धनीय असतें.—आणि बीड ?—तें ठिसूळ असल्यामुळें घनवर्धनीय नाहीं.—ज्यास व्यवहारांत जस्त ह्मणतात अशा पातळ पत्र्याचा तुकडा मुलांस दाखवावा. तो पत्रा वास्तविक लोखंडी असून त्यावर कल्हई केलेली आहे, असें मुलांस सांगावें.

४. घडींव लोखंड फार तंतुभवनीय आहे.—लोखंडाची अतिशय बारीक तार दाखवावी. ही कोणत्या लोखंडाची असावी ?—घडींव लोखंडाची.—कशावरून ?—बिडाची तार निघत नाहीं.—घडींव लोखंडाचा कोणता गुण तुह्माला समजला?—

त्यांची फार बारीक तार निघते.—घडींव लोखंडांची तार आपल्या केसाच्या पावपट जाडी इतकी बारीक काढितां येते. मिळेल तर इतक्या बारीक तारेचा नमुना मुलांस दाखवावा.

५. धारणाशक्ति किंवा बळकटी.—लोखंडाचा पातळ पत्रा व तार मुलांस पुन्हां दाखवावीं. लोखंड इतकें घनवर्धनीय व तंतुभवनीय होण्यास त्याच्यामध्यें कोणता गुण असला पाहिजे बरें?—धारणाशक्ति किंवा बळकटी; त्याचे कण एकमेकांस गच्च चिकटून धरीत असले पाहिजेत.—बरोबर.

६. घडींव लोखंड सहज वितळत नाहीं.—घडींव लोखंड सहज वितळत नाहीं. तें वितळविण्यास भट्टींत अतिशय कडक आंच उत्पन्न करावी लागते. वितळण्यासंबंधानें ओतींव व घडींव लोखंडांत हा मोठा फरक आहे, हें मुलांचे लक्ष्यांत आणून द्यावें. हा पाठ देण्यापूर्वीं लोहाराची भट्टी व त्याचें काम हीं मुलांस दाखवून ठेविलेलीं असावीं. या वेळीं मुलांस त्यांचें स्मरण देऊन पुढील गोष्टी त्यांस समजावून द्याव्या. घडींव लोखंड खूब तापावलें ह्मणजे प्रथम लाल व मग तेजस्वी पांढरें होतें. ह्या स्थितींत तें इतकें मऊ होतें कीं, त्यास हातोड्यानें ठोकून वाटेल तो आकार देतां येतो, कापितां येतें, भोंक पाडितां येतें, सारांश, चिकणमातीच्या ओल्या गोळ्याप्रमाणें त्याचें हवें तें करितां येतें.

७. घडींव लोखंड सांधितां येतें.—लोहाराच्या कामाची पुन्हा आठवण द्यावी. एखादें मोडलेलें हत्यार लोहार कसें नीट करितो, व दोन लोखंडाचे तुकडे तो कसे सांधितो, त्याचें मुलांकडून वर्णन करवावें. लोखंड तापवून लाल केलें ह्मणजे त्याचे सांधे अगदीं बेमालूम जोडितां येतात.

३. उपयोग.

घरांत, शाळेंत, शेतांत व आसपास लोखंडाच्या कोणकोणत्या वस्तु मुलांच्या दृष्टीस पडतात, व त्यांपैकीं घडींव लोखंडाच्या कोणकोणत्या केलेल्या असतात, हें त्यांस विचारून घ्यावें. ह्या

वस्तु घडींव लोखंडाच्याच कां करितात, ब्रिडाच्या कां करीत नाहींत, व त्या वस्तु करितांना घडींव लोखंडाच्या घनवर्धनीयता, धारणाशक्ति, तंतुभवनीयता, सांधा जुळण्याची शक्ति इत्यादि गुणांचा कसकसा उपयोग होतो, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. इमारती व पूल ह्यांचीं बहालें व कमानी हीं घडींव लोखंडाचीं करितात. अशा कामीं ह्या धातूची बळकटी किंवा धारणाशक्ति फार उपयोगीं पडते. लोखंडी पत्र्यांचीं भांडीं व यंत्रें होतात. लोखंडी पत्र्यांचीं भांडीं गंजू नयेत, ह्मणून त्या पत्र्यांस कल्हई करितात. आपण व्यवहारांत जस्त ह्मणतों, तें वस्तुतः कल्हई केलेलें लोखंड होय. लोखंडी सांखळ्या कोणत्या लोखंडाच्या करितात ? त्या ब्रिडाच्या कां करीत नाहींत ? कुंपणाकरितां वगैरे अनेक कामीं लोखंडी तारांचा उपयोग होतो. त्या तारा कोणत्या प्रकारच्या लोखंडाच्या करितात ? कां ?

पाठ सतरावा.

पोलाद.

पाठाचें साहित्य.—पोलादाचा चाकू, घड्याळाची कमान, लिहिण्याच्या पोलादी टांकांचीं चार टोंकें, स्पिरिटचा दिवा, चिमटा, पाणी, काच व काचपात्र.

१. पोलाद बनविण्याची रीत.

मुलांस पोलादाच्या तीन चार वस्तु दाखवाव्या. त्यांजवरील चकचकीत झिल्हईकडे मुलांचें लक्ष लावावें. पोलादावर झिल्हई करितां येते. पोलाद बनविण्याच्या रीति व त्यांतील कृतींचीं कारणें हीं लहान मुलांस समजण्यास कठीण असल्यामुळें तीं एव्हां सांगूं नयेत. मुलांनो, लोखंडाचे किती प्रकार तुह्मास माहीत आहेत ?—दोन.—कोणते ?—ओतींव व घडींव.—ह्या दोहों प्रकारच्या लोखंडाचें पोलाद बनवितात. एका प्रकारच्या भट्टींतून श्वेताची कडक आंच तयार करून तींत कांहीं आठवडेपर्यंत लो-

खंड सारखें तापूं देतात, आणि मग तें निवूं देतात, ह्मणजे त्याचें पोलाद बनतें. या पोलादापासून मग दोन प्रकारचें पोलाद तयार करितात. साध्या पोलादाचे तुकडे कापून ते मुशींत घालितात व ती मूस भट्टींत घालून खूब आंच देतात ह्मणजे मुशींतील पोलादाचा रस होतो. तो रस वाळूच्या सांच्यांत ओतून निवूं देतात. याला ओतींव पोलाद ह्मटलें तरी चालेल. साधें पोलाद तापवून व ठोकून पत्रे करितात, व ते पत्रे पुन्हा पुन्हा तापवून, दुमडून व ठोकून त्याच्या कांबी बनवितात. हें दुसऱ्या प्रकारचें पोलाद होय. ह्याला कांबीचें पोलाद ह्मटलें तरी चालेल. धावड लोक धावडी लोखंड व लांकडाचे तुकडे मोठाल्या मुशींत घालून त्या मुशी भट्टींत घालितात व खूब आंच देतात. मुशींत लोखंडाचे तुकडे लाल भडक झाले ह्मणजे ते ऐरणीवर धरून हातोड्यानें खूब बडवितात. असें अनेक वेळां केलें ह्मणजे धावडी पोलाद तयार होतें. हे वरील दुसऱ्या प्रकारच्या पोलादासारखेंच असतें.

२. पोलादास पाणी देणें.

मुलांनो, लिहिण्याच्या टांकांचीं हीं टोंकें आहेत. हीं कशाचीं केलेलीं आहेत ?—पोलादाचीं.—ह्या टोंकानें ह्या काचेवर चरा उठतो का पहा.—चरा उठत नाहीं.—बरें, तें वांकतें का पहा.—तें वांकतही नाहीं.—ठीक आहे. आतां हीं चार टोंकें चिमट्यानें दिव्याच्या ज्वालेंत धरून लाल करितों, व लाल झाल्यावर तीं एकदम पाण्यांत बुडवितों. आतां ह्या टोंकानें काचेवर चरा उठतो का पहा.—होय, उठतो.—तें लववून पहा. तें लवलें नाहीं; अंमळ वांकवूं लागतांच मोडलें.—ह्यावरून तुह्माला काय समजलें ?—टांकांचीं टोंकें तापवून पाण्यांत बुडविल्यानें फार कठिण व ठिसूळ झालीं.—बरें. आतां हीं तीन टोंकें पुन्हा तापवून लाल करितों, व पाण्यांत न बुडवितां त्यांस आपोआप व सावकाश थंड होऊं देतों. आतां ह्या टोंकानें काचेवर चरा ओढून पहा.—चरा उठत नाहीं.—बरें, तें वांकवून पहा.—तें वांकतें; आतां तें इतकें लवचीक झालें आहे कीं तें गुंडाळतांही

येत आहे.—ह्या प्रयोगांवरून पोलादाविषयीं तुह्माला काय समजलें?—पोलाद तापवून व तें पाण्यांत बुडवून एकदम थंड केल्यास फार कठीण होतें, आणि तें तापवून आपोआप व सावकाश निवूं दिलें, तर नरम व लवचीक होतें.—बरोबर. पोलाद सर्वच कामांस एकसारखें कठीण किंवा एकसारखें लवचीक असून चालत नाहीं. चाकूचें पातें अगदीं पातळ असलें तरी तें न वांके असें कठीण असावें लागतें. पण घड्याळाची कमान फार लवचीक असावी लागते. अर्थात ह्या दोन कामांत जें पोलाद घ्यावयाचें तें निराळ्या प्रकारचेंच असावें लागतें. पोलादामध्यें हे भिन्न गुण येतात हें तुह्मी आतां पाहिलेंच. पोलाद कांहीं नियमित उष्णता मिळेपर्यंत तापवून मग तें पाण्यांत बुडवून एकदम किंवा सावकाश निवूं देणें, ह्याला पोलादास पाणी देणें असें ह्मणतात. कोणत्या कामाकरितां पोलाद घ्यावयाचें असलें तर तें किती उष्ण करावें हें कारागिरांस चांगलें माहीत असतें. पोलाद तापूं लागलें ह्मणजे निरनिराळ्या उष्णतेच्या मानांवर त्याजवर निरनिराळ्या रंगांच्या ज्वाला उठूं लागतात. कारागीर लोक ह्या रंगांवरून हवें तें पाणी देऊं शकतात. त्या कामीं त्यांची नजर पूर्ण बसलेली असते.

३. उपयोग.

ओतींव व घडींव लोखंडांमधील भेद व तदनुरूप त्यांच्या उपयोगांतील फरक हीं विचारून घ्यावीं. मुलांनो, असा फरक पोलादांत नाहीं. ओतींव पोलादाचा ओतींव लोखंडाप्रमाणें लवकर रस होतो, तरी तें घडींव लोखंडाप्रमाणें घनवर्धनीयही असतें. ह्यामुळें ओतींव पोलादाचें ओतकामही होतें व घडकामही होतें. कांबीचें किंवा घडींव पोलाद फक्त घडकामाच्याच उपयोगीं पडतें. बंदुका, तोफा, घंटा, यंत्रें, आगगाडींचीं चाकें इत्यादि कामांत कोणत्या पोलादाचा उपयोग होत असेल?—ओतींव पोलादाचा.—कांबीच्या पोलादाच्या कोणत्या वस्तु करितात?—चाकू, कातरी, शस्त्रें, हत्यारें, पेट्या, गाड्यांच्या कमानी, घड्याळांच्या कमानी इत्यादि.—घड्याळांच्या कमानी, गाड्यांच्या

कमानी व चाकू, कातरी ह्यांचें पोलाद एकसारखेंच असतें काय ?—नाहीं.—त्यांत मुख्य फरक कोणता आहे ?—घड्याळांच्या किंवा गाड्यांच्या कमानी स्थितिस्थापक असाव्या लागतात; चाकू, कातरी ह्यांचीं पातीं स्थितिस्थापक नसतात. ह्मणून दोहों प्रकारच्या पोलादांत फरक असतो.—पोलादांत हा फरक कशानें होतो ?—त्यास जें निरनिराळ्या प्रकारचें पाणी देतात त्यानें पोलादांत हे फरक उत्पन्न होतात.—बरोबर.

पाठ अठरावा.

शिसें.

पाठाचें साहित्य.—एकाच आकाराचे तांबें, लोखंड व शिसें यांचे तुकडे, सारख्या आकाराचे सोनें व शिसें यांचे बारीक तुकडे, चाकू, शिशाचा फार पातळ पत्रा, शिशाची तार, शिशाची कांडी, हातोडा, शिशाच्या नळीचा तुकडा, प्यूटरचा पत्रा किंवा चमचा, कातर, छरे, अशुद्ध शिसें, लोखंडाची पळी, स्पिरिटचा दिवा किंवा मेणबत्ती, अक्षरांचे ठसे, अंटिमनी व सोमल. (सोमल हें विष आहे. ह्मणून त्याविषयीं फार सावधगिरी ठेविली पाहिजे.)

१. गुणधर्म.

तांबें, लोखंड व शिसें याचे एकाच आकाराचे तुकडे मुलांजवळ देऊन त्यांजकडून त्यांचें निरीक्षण करवावें, आणि तांबें व लोखंड यांशीं शिशाची तुलना करवून शिशाचे पुढील धर्म मुलांकडून काढून घ्यावे.

१. **रंग व चकाकी.**—शिशाचा रंग निळसर करडा असतो व त्यास चकाकी नसते, असें मुलें सांगतील. शिशाची वरची बाजू विटलेली असते. चाकूनें शिशाचा तुकडा कापून आंतली बाजू मुलांस दाखवावी, आणि त्याचा खरा रंग मुलांस दाखवावा. आंतले बाजूस चकाकी असते, हें मुलांकडून सांगवून घ्यावें.

२. वजन.—तांबें, लोखंड व शिसें यांत अधिक जड कोण?—शिसें.—सोनें व शिसें यांचे सारखे तुकडे मुलांजवळ द्यावे. ह्यांत जड कोण?—सोनें शिशाहूनही जड आहे.—बरोबर.

३. कठीणपणा.—एका मुलाजवळ चाकू आणि लोखंड, तांबें व शिसें यांचे तुकडे द्यावे, व चाकूनें ते तिन्ही तुकडे कापण्यास सांगावें. शिसें कापलें जातें, तांब्यावर फक्त चरे उठतात आणि लोखंडावर चरेसुद्धां उठत नाहींत, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. ह्या प्रयोगावरून तुह्मी काय अनुमान कराल?—शिसें ही फार मऊ धातु आहे.—बरोबर.

४. घनवर्धनीयता.—शिशाचा पत्रा मुलांस दाखवावा. हा कसा केलेला असावा?—शिशाची कांब चरकांत दाबून किंवा घणांनीं ठोकून ठोकून.—शिशाचे असे पत्रे होतात यावरून तें कसें आहे?—घनवर्धनीय.—बरोबर.

५. तंतुभवनीयता.—एका मुलाजवळ शिशाचा तुकडा देऊन तो हातोड्यानें ठोकण्यास सांगावा. तुकडा ठोकल्यानें पातळ होऊन वाढेल, पण आणखी ठोकीत असतां तो फुटेल. ह्यावरून शिसें कसें आहे?—शिसें ठिसूळ आहे; त्याच्यांत चिवटपणा कमी आहे.—शिशाच्या जाड तारेचा तुकडा दोघां मुलांस दोहीं-कडे धरून ओढण्यास सांगावें. तो तुटेल. यावरून शिशासंबंधानें तुह्मी काय अनुमान कराल?—शिशाची बारीक तार निघणार नाहीं.—बरोबर. शिशाची तार एक इंचाच्या बाराव्या हिश्यापेक्षां कमी जाडीची निघत नाहीं; तिचे लगेच तुकडे पडूं लागतात.

६. लवचीकपणा—शिशाची जाड कांडी टेबलाचे कडेवर आपटावी. ती लवून वांकडी होईल. शिशाच्या ह्या गुणावरून त्यास काय ह्मणाल?—शिसें फार लवचीक आहे.—बरोबर.

७. द्राव्यता.—लोखंडाचे पळींत शिशाचा तुकडा घालून पळी दिव्यावर धरावी. शिशाचें काय झालें?—शिसें वितळलें.—सर्व धातूंत शिसें फारच लवकर वितळतें. शिशाच्या ह्या गुणाला

काय नांव आहे?—द्राव्यता.—आणि शिसें कसें आहे ह्मणाल?—जलद वितळणारें.—बरोबर.

शिशाचा रंग व चकाकी दाखवितांना शिशाचा तुकडा आपण कापला होता, त्याकडे पुन्हां एकदां लक्ष्य द्या. तुह्माला काय आढळलें?—मघां पांढरी व चकचकीत दिसणारी कापलेल्या भागाची आंतली बाजू विहून बाकीच्या शिशाप्रमाणेंच मळकट झाली आहे.—हें असें कां झालें असावें बरें?—शिसें हवेंत उघडें राहिल्यानें गंजतें व गंजाचा पातळ थर शिशावर चढल्यामुळें तें मळकट होतें, आणि त्याची चकाकी जाते.—बरोबर.

२. शिशापासून होणारे मिश्रधातु.

१. प्यूटर.—प्यूटरचा पत्रा, चमचा किंवा एखादें भांडें मुलांस दाखवावें. हें कोणत्या धातूचें केलें आहे, आहे कोणाला माहीत? ह्याला तुह्मी जस्त ह्मणाल, पण हें जस्त नव्हे. शिसें व कथील ह्यांच्या मिश्रणापासून ही एक मिश्र धातु बनविलेली आहे. हिला इंग्रजी नांव प्यूटर असें आहे. या धातूचीं वजनें व पातळ पदार्थांचीं मापें करितात. ह्या धातूचा प्रचार आपलेकडे कमी असल्यामुळें तिला मराठींत नांव नाहीं.

२. ठशांची धातु.—हें काय आहे?—अक्षरांचे ठसे.—ठसे ह्मणजे काय, त्यांचा उपयोग कोठें व कसा करितात वगैरे विचारून घ्यावें. हीसुद्धां एक मिश्र धातूच आहे. शिसें फार मऊ असल्यामुळें नुसत्या शिशाचेच ठसे केल्यास ते दबतील व मोडतील, आणि लवकर झिजतील, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. नुसत्या शिशाचा रस थंड होतांना थोडा आकुंचन पावतो, ह्यामुळें तें ओतकामास कसें निरुपयोगी आहे तें मुलांचे लक्ष्यांत आणून द्यावें. शिशांत अंटिमनी ह्या नांवाची धातु मिसळून ठशांची धातु तयार करितात.

३. कस्तर.—मिश्रधातु त्याच्या मूळ धातूंहून लवकर वितळतात ह्या गोष्टीची मुलांस आठवण द्यावी. कथील व शिसें ह्या

धातूंच्या पदार्थांत जोडकाम करण्यांस ह्याचं दोन धातूंच्या मिश्रणानें एक धातु बनवितात, त्यास कस्तर ह्मणतात. मुलांस कस्तर दाखवावें. जस्ताच्या (वस्तुतः कल्हई केलेल्या लोखंडी) पत्र्यांच्या जोडकामांतही ह्याच कस्तराचा उपयोग करितःत.

आणखीही कित्येक मिश्रधातूंत कमजास्त प्रमाणानें शिसें मिसळतात.

३. उपयोग.

शिसें हा धातु मुलांच्या पाहण्यांत कोठें येतो, व त्याचा कोणकोणत्या कामीं उपयोग होतो, हें प्रथम मुलांस विचारून घ्यावें. ज्या उपयोगांविषयीं मुलांकडून कांहींच माहिती निघणार नाहीं, ते उपयोग शिक्षकानें मुलांच्या लक्ष्यांत आणून द्यावे. शिशाचा पत्रा दाखवावा. शिशाच्या पत्र्याचे नळ करितात, पागोळ्यांखालीं पन्हळ बसवितात, पत्र्यांनीं पाण्याचे हौद व मालाच्या पेट्या आंतून मढवितात, पत्रे घरांच्या कोनवाशांवर व सोप्यांच्या सांध्यांवर बसवितात. शिशाचे पत्रे सहज वांकवितां, कापितां व ठोकितां येतात, ह्या त्यांच्या गुणामुळेंच त्यांचा अनेक कामीं उपयोग होतो.

बहुतेक सर्व धातूंचे पत्रे कसे करितात. !—मोठाल्या घणांनीं ठोकून किंवा चरकांत दाबून.—शिसें ठिसूळ असल्यामुळें तें घणांनीं ठोकिल्यास फुटतें, हें मुलांस दाखवावें. चरकांत दाबून शिशाचे पत्रे करितात. त्याशिवाय दुसरीही एक रीत आहे. वाळूची किंवा दगडी सपाट फरशी केलेल्या सांच्यांत शिशाचा रस करून ओतितात व लांकडी फळीनें सर्व सांच्याभर सारखा करून तो थंड होऊं देतात, अथवा सांच्यावर तितक्याच आकाराची लांकडी फळी बसवून तीवर थोडा दाब ठेवितात ह्मणजे पत्रा तयार होतो. अशा कृतीनें टेबलावर लहानसा पत्रा करून दाखवावा. पाण्याच्या नळीचा तुकडा मुलांस दाखवावा. तो वरून नखानें खरवडावयास सांगावा पाण्याच्या नळ्या शिशाच्याच करितात. अलीकडे पाण्याच्या नळ्या लोखंडाच्या करून त्यांस कल्हई देतात.

मुलांस छरे दाखवावे, त्यांचा उपयोग विचारावा, व ते शिशाचेच केलेले आहेत हें मुलांकडून ओळखवून घ्यावें. छरे शुद्ध शिशाचे नसतात. त्यांत सोमल घातलेला असतो.

शिसें जलद वितळतें, तें फार लवचीक आहे, तें ठिसूळ आहे तरी त्याचे बरेच पातळ पत्रे करितां येतात, आणि तें इतकें मऊ आहे कीं तें सहज वांकवितां व कापितां येऊन त्यास पाहिजे तो आकार देतां येतो. शिशाच्या अंगच्या ह्या गुणांमुळेंच तें फार उपयोगी झालेलें आहे, हें मुलांचे मनांत नीट भरवावें.

४. शिसें कसें मिळतें.

अशुद्ध शिसें दाखवावें. शिसें खाणींत सांपडतें. तें गंधक व रुपें ह्यांशीं मिश्र झालेलें असतें. मोठ्या भट्टींत अशुद्ध शिशाचे दगड भाजितात. ह्मणजे गंधक जळून जाऊन रुपें व शिसें ह्यांचा रस तळीं जमतो. त्यांतून पुन्हा कांहीं कृतीनें रुपें गाळून घेतात ह्मणजे शुद्ध शिसें निराळें होतें. धातु गाळण्याच्या ह्या कृति बऱ्याच भानगडीच्या असल्यामुळें मुलांस त्या सर्व सांगण्याची जरूर नाहीं. त्यांची सामान्य कल्पना मुलांस असली ह्मणजे पुरे.

पाठ एकोणिसावा.

बाष्पीभवन—पाण्याची वाफ होणें.

पाठाचें साहित्य.—दोन ताटल्या, पाणी, चमचा, तपेली किंवा चहादाणी, स्पिरटचा दिवा, शेगडी, कापडाचे दोन रुमाल, पंखा व मुलांच्या पाट्या.

पाणी सुकतें किंवा उडून जातें.

मुलांनो, पाऊस पडतांना तुह्मी पुष्कळदां पाहिला आहे. पावसाची सर थांबते तेव्हां रस्ते कसे असतात ? सर थांबून चक्क ऊन पडलें व थोडा वेळ गेला ह्मणजे रस्ते कसे होतात ? आपण धोतरें वगैरे धुऊन दांडीवर वाळत घालतों तेव्हां तीं कशीं अस-

तात, व तीं दुसऱ्या दिवशीं कशीं होतात ? रस्त्यांवरील पावसाच्या पाण्याचें व ओल्या चिरगुटांतल्या पाण्यांचें काय होतें ?—तें सुकतें किंवा उडून जातें.—बरोबर. पण पाणी सुकतें किंवा उडून जातें ह्मणजे काय ? तें सुकलें ह्मणजे कोठें जातें व त्याचें काय होतें, तें आतां आपण पाहूं.

गोपाळ, तूं ही ताटली पाण्यानें भरून टेबलावर ठेव. गोविंदा, तूं आपल्या पाटीला एका अंगानें पाणी लाव आणि तीही ओलें अंग वर करून टेबलावर ठेव. सदाशिव, तूं हा हातरुमाल पाण्यांत बुडव, तो पीळ, आणि त्या खुंटीवर वाळत टाक. मुलांनो, त्या ताटलींतल्या, पाटीवरच्या व रुमालांतल्या पाण्याचें काय होईल ?—पाटीवरचें पाणी सुकेल, रुमाल वाळून त्यांतलें पाणीही सुकेल, पण ताटलींतलें पाणी तसेंच राहील.—मुलांनो, तुमचें उत्तर अर्धवट बरोबर आहे. पाटीवरचें व रुमालांतलें पाणी जर सुकेल तर ताटलींतलें देखील पाणी सुकावयास पाहिजे, असें नाहींका तुह्माला वाटत ? त्याचा विचार आपण मग करूं. तुमच्या ताटलींतल्या, पाटीवरच्या व रुमालांतल्या पाण्याचें काय झालें पहा.—पाटी सुकली, रुमाल अजून दमट आहे, व ताटलींतलें पाणी जसेंच्या तसेंच आहे.—बरें, पाटी व रुमाल हीं कशीं सुकलीं असावीं असें तुह्माला वाटतें ?—तीं वाऱ्यावर ठेविल्यानें सुकलीं.—बरोबर. वारा ह्मणजेच हवा हें तुह्मास माहीतच आहे. ह्यावरून हवेंत पाणी सुकतें किंवा उडून जातें, असें झालें. ताटलींतलें पाणीही हवेंतच आहे ह्मणून तेंही सुकलेंच पाहिजे. पण तें अगदीं थोडें सुकलें ह्मणून आपल्या समजुतींत आलें नाहीं.

पाणी लवकर कशानें सुकतें ?

मुलांनो, आपल्या पाट्यांस एका अंगून पाणी लावा. एक जण उभा राहून आपली पाटी जोरानें खालींवर हालव, एक जण आपल्या पाटीवर फुंकर घाल, एक जण ह्या पंख्यानें आपल्या पाटीवर वारा घाल, व बाकीचे सर्व आपापल्या पाट्या जागच्या जागीं ठेवा. कोणच्या पाट्या अगोदर सुकल्या ?—कोणत्या तरी रीतीनें वारा घात-

लेल्या.—ह्यावरून तुह्माला कोणती गोष्ट समजली ?—पाणी हवेंत सुकतें, व तें वाऱ्याच्या लोटानें फार लवकर सुकतें.—ह्यावरून धुतलेले व घामानें भिजलेले कपडे कोठें वाळत घालावे ?—जेथें वाऱ्याचा लोट असेल अशा जागीं.—बरोबर.

ह्या शेगडींत चांगला विस्तव करून त्यावर ही पाण्यानें भरलेली तपेली (किंवा चहादाणी) ठेवितों. ह्या स्पिरिटच्या दिव्यावरील बैटकीवर ही ताटली ठेवून तींत पाणी ओतितों. दुसरी पाणी भरलेली ही मघांची ताटली टेबलावर आहेच. तींत आतां कितां पाणी आहे तें खुणेनें पाहून ठेवा. तिघे जण आपल्या पाट्यांस एका आंगून पाणी लावा. एक जण आपली पाटी नुसती हातांत धरून उभा रहा, एक जण आपली पाटी मघांप्रमाणें वरखालीं हालवीत रहा, व एक जण आपली पाटी शेगडींतल्या विस्तवावर धर. मुलांनो, कोणची पाटी लवकर सुकते तें पाहून सांगा.—विस्तवावर धरलेली पाटी सर्वांत लवकर सुकली.—आणि नंतर ?—हालवीत असलेली पाटी सुकली; पण तिसरी पाटी अजून ओलीच आहे.—दिव्यावरच्या ताटलींतल्या पाण्याचें काय झालें पहा.—तें सर्व सुकून गेलें, आटून गेलें.—पण टेबलावरच्या ताटलींतलें पाणी !—बहुतेक आहे तेवढेंच आहे.—पाणी हवेंत सुकतें, पण तें लवकर कशाकशानें सुकतें ?—वाऱ्यानें किंवा उष्णतेनें.–वाऱ्यानें किंवा उष्णतेनें पाणी सुकतें किंवा उडून जातें, हें आपल्याला समजलें. आतां तें कसें व कोठें जातें तें पाहूं. शेगडीवरच्या तपेलीकडे पहा. काय होत आहे ?—पाणी उकळत आहे.—बरोबर. तपेलीच्या कांठाशीं आपल्याला कांहीं दिसत नाहीं. तरी कांठापासून चार सहा बोटांवर काय दिसतें पहा.—मुलें धूर किंवा वाफ सांगतील.—ती वाफ आहे किंवा धूर आहे तें मग पाहूं. पण तपेलीच्या कांठाजवळ कांहींच दिसत नाहीं. तेथें काय असावें ?—हवा.—मग ती कां दिसत नाहीं ?—हवा दिसत नाहीं; ती अदृश्य आहे.—हा चमचा मी मघां पाण्यांत बुडवून ठेविला होता. हा ह्या रुमालास पुसून साफ कोरडा करितों. ह्याला हात लावून पहा.—तो गार लागतो.—

हा चमचा थोडा वेळ तपेलीच्या कांठाशीं धरितों. ह्या चमच्यास हात लावून पहा व त्यावर काय दिसतें तें पाहून सांगा.—चमचा मघांपेक्षां ऊन लागतो, व त्यावर पाण्याचे बारीक थेंब जमलेले दिसतात.—तपेलीच्या कांठावर सुमारें चार बोटें जागेंत हवेशिवाय कांहीं नव्हतें, मग हें चमच्यावर पाणी कोठून आलें ? उष्णतेनें पाणी सुकतें, उडून जातें, हें आपल्यास माहीत आहेच. तपेलींतील पाणी खालीं पुष्कळ आंच लाविल्यानें उकळून कमी होत आहे. आपल्यास पाणी उडून जातांना दिसत नाहीं खरें, तरी गार चमचा तपेलीवर धरिल्यानें त्यावर पाण्याचे कण जमलेले आपल्यास दिसले. तपेलीच्या कांठावरच्या जागेंत हवेशिवाय तर कांहींच नव्हतें. अर्थात तपेलींतलें उकळलेलें पाणी हवेंत मिसळून जात असलें पाहिजे. हवा जशी आपल्यास दिसत नाहीं, तसें हवेंत मिसळून हवेसारखें झालेलें पाणीही आपल्यास दिसत नाहीं. हवेसारख्या झालेल्या पाण्यास **पाण्याची वाफ** असें ह्मणतात. वाफ दिसत नाहीं. गार चमच्यास वाफ लागून तिचें पाणी बनलेलें आपण पाहिलेंच. तपेलीच्यावर चार सहा बोटांपलीकडील हवा थंड असल्यामुळें तींत वाफ शिरतांच ती थिजून तिचे पाण्याचे कण बनतात व तेव्हां ते आपल्याला दिसतात. त्याला तुह्मी धूर किंवा वाफ ह्मणतां, पण खरोखर ती कांहीं धूर किंवा वाफ नव्हे; तर थिजलेली वाफ होय. तिची पुन्हा वाफ होऊन ती हवेंत मिसळते व आपल्यास दिसेनाशी होते.

सूर्याच्या उष्णतेनें व वाऱ्याच्या वाहण्यानें समुद्र, तळीं, नद्या, विहिरी वगैरेच्या पाण्याची व मनुष्यें, इतर प्राणी आणि झाडेंझुडपें यांच्यांतील ओलाव्याची एकसारखी वाफ होत असते. वाफ अदृश्य असल्यामुळें ती आपल्यास दिसत नाहीं. तरी आपल्या भोंवतालच्या हवेंत पुष्कळ वाफ भरलेली असते. आज समजलेल्या गोष्टी नीट ध्यानांत ठेवा. त्यांसंबंधानें पुढील पाठांत आपण आणखी विचार करूं.

फळयावरील टिप्पण.

१. हवेंत ठेविलेलें पाणी सुकतें किंवा उडून जातें.

२. वाऱ्यानें व उष्णतेनें पाणी लवकर सुकतें.

३. उकळत असलेल्या पाण्यापासून निघत असलेल्या वाफेंत थंड पदार्थ धरिल्यास वाफेचें पुन्हा पाणी बनतें.

४. पाणी सुकतें तेव्हां तें हवेच्या रूपांत जातें, ह्मणून हवेप्रमाणेंच तेंही दिसत नाहीं.

५. आपल्या भोंवतालच्या हवेंत पुष्कळ वाफ भरलेली असते.

पाठ विसावा.

ढग.

पाठाचें साहित्य.—स्पिरिटचा दिवा किंवा शेगडी, तादली, चमचा, पाणी, स्पंज, काचपात्र, चार प्रकारच्या ढगांचें चित्र किंवा फळयावरील आकृति व ढगांचें अवलोकन करून तयार केलेलें टिप्पण.

पाठ देण्यापूर्वीची तयारी.—हा पाठ देण्यापूर्वी आकाशांत दिसणाऱ्या ढगांचें अवलोकन लक्षपूर्वक करण्याविषयीं मुलांस सांगावें. शाळेंत येतांना, शाळेंतून घरीं जातांना, व इतर वेळीं जेव्हां मुलें घराबाहेर जातात, तेव्हां त्यांस ही गोष्ट सहज करितां येईल. ह्या अवलोकनानें मुलांस काय काय समजलें तें त्यांस विचारून त्यांचें एकीकरण करावें, व तें एका चोपडीवर लिहून ठेवीत जावें. याप्रमाणें कांहीं दिवस केल्यावर मग हा पाठ द्यावा.

प्रथम मागील पाठांतील गोष्टींची उजळणी करावी, व पुढील तीन गोष्टी मुलांकडून काढून घेऊन त्या फळयावर लिहाव्या.

१. उष्णतेनें पाण्याचें रूप बदलतें व त्याची वाफ होते.

२. वाफ दिसत नाहीं.

३. वाफेस थोडी थंडी लागतांच ती थिजून तिचें पाणी होतें, व पाण्याच्या अगदीं लहान थेंबांच्या रूपानें वाफ दिसूं लागते.

हवा व तीमध्यें मिसळलेली पाण्याची वाफ हीं दोन्ही आपल्याला दिसत नाहींत, व त्यांचा अगदीं एकजीव झालेला असतो, तरी हवा आणि वाफ हीं भिन्न आहेत, हें मुलांचे मनांत चांगलें ठसवावें. स्पंज पाण्यांत बुडवून मुलांस दाखवावा. पाणी स्पंजांत आहे, व तो आतां एकच पदार्थ दिसतो आहे, तरी स्पंज व पाणी हीं निरनिराळीं आहेत. स्पंज पिळतांच स्पज व पाणी हीं निरनिराळीं होतात. ह्या दृष्टांतानें हवा व पाण्याची वाफ ह्यांचें स्वरूप समजावून द्यावें.

शेगडीवर किंवा दिव्यावर पाण्याची ताटली ठेवून पाणी उकळूं द्यावें. ताटलीच्यावर थिजलेली वाफ दिसते तिजकडे मुलांचें लक्ष लावावें. आगगाडीच्या एंजिनांतील वाफ बाहेर सोडितात ती कोणी पाहिलेली असेल, तिची मुलांस आठवण द्यावी. ही वाफ ह्मणजे किंचित थिजलेली वाफ होय. ह्या थिजलेल्या वाफेची मुलांनीं वेळोवेळीं पाहिलेल्या ढगांशीं तुलना करवून (१) दोहोंचा रंग पांढुरका दिसतो, (२) दोहोंचा आकार कुरळ्या केसांसारखा वांकडा वांकडा असा असतो, (३) दोन्ही हवेपेक्षां हलकीं असून तीं हवेंत तरंगत असतात, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. वाफेचें पुन्हां पाणी होतें, व ढगांतून पावसाच्या रूपानें पाणी पडतें, हें साम्य मुलांकडून काढून घ्यावें, आणि ढग हे पाण्याच्या लहान लहान थेंबांचेच झाले असले पाहिजेत, हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें. ढग कसे बनतात, हें पुढें दिलेल्या फळ्यावरील टिप्पणांतील दुसऱ्या कलमाप्रमाणें समजावून द्यावें.

मुलांनीं ढगांकडे पाहून वेळोवेळीं सांगितलेल्या व आपण एकीकरण करून लिहून ठेविलेल्या गोष्टींचें टांचण काढावें. त्यांत मुलांच्या कांहीं गैरसमजुती असतील त्या दूर कराव्या. सर्व ढग एकसारखे दिसत नाहींत ही गोष्ट मुलांकडून काढून घेऊन ढगांच्या दिसण्यावरून त्यांचे प्रकार करवावे, व ते कसे दिसतात तें

फळ्यावर आकृति काढून स्पष्ट करावें. ढगांचे मुख्य प्रकार चार आहेत. [आकृति ५ पहा.]

१. पिंजलेल्या कापसाप्रमाणें पांढरे दिसणारे ढग. हे फार उंच असतात. हिंवाळ्यांत ह्याच ढगांनीं मळभें येतात. (हे आवर्तक मेघ.)

२. गोलाकार व एकावर एक ढीग रचल्याप्रमाणें डोंगरासारखे दिसणारे ढग. हे पहिल्या ढगांपेक्षां कमी उंच असतात. (हे कुंजर मेघ.)

३. सकाळीं व संध्याकाळीं पट्ट्यांप्रमाणें डोंगरांजवळ (क्षितिजाजवळ) दिसणारे ढग. ह्यांचे रंग चित्रविचित्र असतात. हे दुसऱ्या प्रकारच्या ढगांपेक्षां कमी उंच असतात. (ह्यांचें नांव पुष्कर मेघ.)

४. पावसाचे ढग. सर्व प्रकारच्या ढगांच्या मिश्रणानें हे ढग बनतात. ह्यांची उंची कमजास्त असते. ह्यांचे आकार अनेक प्रकारचे असून ते एकसारखे बदलत असतात. ह्यांचा रंग काळसर असतो. (ह्यांचें नांव जीमूत मेघ.) पाऊस पडतो तो फक्त ह्या ढगांतूनच पडतो, व हे ढग सर्व प्रकारच्या ढगांपासून तयार होतात, हें चांगलें समजावून द्यावें. कंसांत लिहिलेलीं मेघांचीं नांवें मुलांस सांगण्याची आवश्यकता नाहीं.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. पाण्याच्या लहान लहान कणांनीं ढग बनतात.

२. पाण्यापासून ढग बनण्याचा प्रकार असा:—

(१) सूर्याच्या उष्णतेनें पाण्याची वाफ होते.

(२) वाफ हवेपेक्षां हलकी असल्यामुळें वर जाते.

(३) वाफेला वरील थंड हवा लागली ह्मणजे ती किंचित थिजते व तिचे ढग बनून ते दिसूं लागतात.

३. ढगांचे प्रकार चार आहेत.

(१) पिं लेल्या कापसासारखे ढग.
(२) डोंगरासारखे ढग.
(३) पट्ट्यांसारखे ढग.
(४) पावसाचे ढग.

पाठ एकविसावा.

पाऊस.

पाठाचें साहित्य.—मेणबत्ती, पातळ कागद, कापसाचें किंवा सावरीचें वाळलेलें बोंड, वाळू, पाणी, वेताची छडी, काचेचा त्रिकोणी किंवा पैलूदार लोलक, पितळी व आरसा.

पाठ देण्यापूर्वींची तयारी.—नवी आगोठ लागण्याच्या सुमारास किंवा पावसाळ्यांत आकाशांत ढग आले असतां त्यांजकडे व पाऊस पडत असतां पावसाकडे लक्षपूर्वक पाहण्यास सांगून पुढील गोष्टींकडे मुलांचें लक्ष लावावें.

१. ढग आले म्हणजे केव्हां केव्हां सूर्य दिसेनासा होतो.

२. पाऊस पडण्याच्या आधीं काळेकुट्ट ढग येतात.

३. पाऊस वरून खालीं पडतो.

४. पावसाचे थेंब गोलाकार असतात.

५. पावसाची सर अगदीं लहान असली, व ती पडण्यापूर्वीं जमीन कोरडी असली, तर सर गेल्यानंतर जमिनीवर धुळींत लहान लहान वर्तुळें पडलेलीं दिसतात.

६. रस्त्यांतून व शेतांतून पावसाच्या पाण्याचे लहान ओहोळ बनून वाहूं लागतात. तसेंच जमिनीवरील खडे व लहान गोटे मोठ्या पावसाच्या पाण्यानें कांहीं अंतरावर वाहून जातात. पाऊस पडत असतां सकाळीं पश्चिमेकडे व सायंकाळीं पूर्वेकडे एक किंवा एकावर एक दोन मोठ्या रंगीत कमानी दिसतात. खालच्या कमानींत तांबडा, नारिंगी, पिवळा, हिरवा, अस्मानी, निळा व

जांभळा अशा क्रमानें रंग असतात. वरच्या कमानींत रंगांचा क्रम ह्याच्या उलट असतो. वरची कमान फिक्कट असते. या सर्व गोष्टी मुलांच्या निदर्शनास आणून दिल्यावर पावसाळ्यांत एखादे दिवशीं पावसाची सर पडत असतां अगर ती पडून गेल्यावर कांहीं वेळानें हा पाठ द्यावा.

प्रथम मागील दोन पाठांतल्या गोष्टींची थोडक्यांत उजळणी करावी. नंतर पाठ देण्यापूर्वीं ज्या गोष्टी मुलांच्या निदर्शनास आणून दिलेल्या असतात, त्या पुढें लिहिल्याप्रमाणें सकारण समजावून द्याव्या.

१. ढग पुष्कळ प्रकारचे व पुष्कळ असतात हें मुलांकडून काढून घ्यावें. मुलांनो, ह्या मेणवत्तीपुढें हा पातळ कागद धरितों. तुह्माला कागदांतून ज्योत दिसते काय ?—ज्योत कांचेंतून दिसते तशी स्वच्छ दिसत नाहीं; तरी अंधक दिसते.—आतां एकावर एक तीन कागद जुळून ज्योतीसमोर धरितों. आतां ज्योत दिसते काय ?–नाहीं.–कां ?–कागद पातळ असल्यामुळें एका कागदांतून ज्योत अंधक दिसत होती; पण तीन कागद जुळल्यावर ते पूर्ण अपारदर्शक झाले.–मुलांनो, याचप्रमाणें पातळ ढगांतून सूर्य दिसतो, पण एका समोर एक असे अनेक ढग सूर्याच्या आड आले ह्मणजे त्यांतून पलीकडचा सूर्य दिसेनासा होतो.

२. मागील धड्यांत सांगितलेले ढगांचे चार प्रकार विचारावे, व पाऊस पडणाऱ्या ढगांचा रंग काळा असतो, हें मुलांकडून काढून घेऊन पाऊस पडण्यापूर्वीं काळे ढगच दिसण्याचें कारण त्यांच्या लक्ष्यांत आणून द्यावें.

३. ढग कसे बनतात तें विचारून घ्यावें. मुलांनो, थिजलेल्या वाफेच्या रूपांत गेलेल्या पाण्याच्या अतिशय बारीक अशा कणांनीं ढग बनलेले असतात, हें तुह्मास माहीतच आहे. आतां त्याच कणांचे मोठाले थेंब होऊन पाऊस कसा पडतो तें पाहूं. हें पहा कापसाचें (किंवा सावरीचें) वाळलेलें पण न उकललेलें बोंड वरून खालीं टाकिलें तर तें हवेंतून खालीं पडतें. आतां हेंच बोंड उकलून कापूस मोकळा करितों. हा आंतल्या बियांसुद्धां

हवेंत उडत आहे पहा. ढगांतील पाण्याचे कण प्रथम इतके हलके असतात कीं, ते हवेंत तरंगतात. परतु असे बरेच कण एकत्र झाले व ते थंड झाले ह्मणजे त्यांचे मोठे व जाड थेंब बनतात. मग ते थेंब हवेंत तरंगूं शकत नाहींत, ह्मणून ते पावसाच्या रूपानें खालीं येतात. फळ्यावरील टिप्पणांत दिलेल्या गोष्टी नीट समजावून द्याव्या.

४. पाण्यांत वेताची छडी बुडवून वर काढावी. मुलांनो, पहा, छडीच्या टोंकाशीं गोलदंडाकार पाण्याचा थेंब बनला आहे. हा हवेंतून खालीं पडतांना वाटोळा बनेल. थेंब पाडून दाखवावा. एथें टेबलावर वाळूचा ढीग करून त्यावर पाण्याचे थेंब पाडितों. पहा वाळूंत वाटोळ्या खांचा पडल्या आहेत. ह्याचप्रमाणें पावसाचे थेंब हवेंतून खालीं येतांना गोलाकार बनतात.

५. पावसाच्या सरीनें धुळींत लहान लहान वर्तुळें कां व कशीं पडतात तें वरील कलमांतील प्रयोगांवरून मुलांकडून काढून घ्यावें.

६. पावसाच्या पाण्यानें जमिनीच्या पृष्ठभागावर काय काय परिणाम घडतात व त्यांचा आपल्यास कसा उपयोग होतो, तें ह्या गोष्टींवरून मुलांस नीट समजावून द्यावें. पाण्याच्या अंगच्या कोणकोणत्या धर्मामुळें ह्या गोष्टी घडतात, तें मुलांस विचारून घ्यावें.

७. उन्हाचे कवडाशांत किंवा उन्हांत त्रिकोणी बिलोर किंवा कांचेचा पैलूदार लोलक धरावा, ह्मणजे खालीं रंगीत कवडासा पडेल. त्यांत मुलांनीं आकाशांत पाहिलेल्या कमानींतल्या अनुक्रमानेंच सात रंग दिसतील. आकाशांत दिसलेल्या कमानींस इंद्रधनुष्य असें नांव आहे ह्मणून सांगावें. कारंजांतून किंवा पाण्याच्या फवाऱ्यांतूनही असेंच इंद्रधनुष्य दिसतें. उन्हाचा कवडासा पडला असेल तेथें पसरट भांड्यांत आरसा ठेवावा. आरशाचा कवडासा पांढराच दिसेल, नंतर आरसा बुडेतों भांड्यांत पाणी ओतावें. आरशाचा कवडासा रंगीत बनून त्यांत इंद्रधनुष्यांतील सात रंग क्रमानेंच दिसतील. मुलांनो, इंद्रधनुष्यांतील व कवडाशांतील रंग कसे उत्पन्न होतात तें तुह्मांला सध्यां चांगलें समजणार नाहीं.

तरी सूर्याचे किरण पावसाच्या थेंबांतून पलीकडे गेले ह्मणजे इंद्रधनुष्य पडतें, व सूर्य पूर्वेस असला तर पश्चिमेस आणि सूर्य पश्चिमेस असला तर पूर्वेस इंद्रधनुष्य दिसतें; उत्तरेच्या व दक्षिणेच्या डोंगरांवर इंद्रधनुष्य दिसत नाहीं, व दुपारींही इंद्रधनुष्य दिसत नाहीं, इतकें तूर्त लक्षांत ठेवा. मुलांस ह्या गोष्टी साधतील तितक्या सुबोध करून समजावून द्याव्या.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. पाण्याच्या वाफेनें भरलेली हवा उंच जाते.

२. तेथें हवा थंड होऊन तींतील वाफ थिजते.

३. थिजलेल्या वाफेचे कण एकत्र होऊन ढग बनतात.

४. ढगांतील कण आणखी परस्परांत मिळून त्यांचे मोठाले व जड गोळे बनतात, आणि अखेर ते पावसाच्या थेंबांच्या रूपानें खालीं पडतात.

पाठ बाविसावा.

पर्जन्यमापक.

पाठाचें साहित्य.—मुंबई इलाख्याचा नकाशा, परात, चमचा, पाणी शिंपण्याची झारी, फूटपट्टी; दोन इंच लांब, दोन इंच रुंद व तीन इंच उंच असें जस्ताचें पात्र; घन इंचाचे बारा लाकडी ठोकळे, पर्जन्यमापक; दोन इंच लांब, दोन इंच रुंद व एक इंच उंच असें जस्ताचें माप व पाणी.

पावसाचा पाठ दिल्यानंतर सुमारें पंधरा दिवसपर्यंत, काल पाऊस किती पडला ह्मणून मुलांना रोज प्रश्न करावा, व तीं 'पुष्कळ' 'कमी,' 'अगदींच कमी,' 'मुळींच नाहीं,' अशा प्रकारचें जें कांहीं उत्तर देतील तें एका कागदावर मुलांचे समक्ष तारीखवार लिहून ठेवांत जावें. नंतर एके दिवशीं तो कागद मुलांजवळ देऊन गेल्या पंधरवड्यांत पाऊस कसा पडला तें त्यांस पहा-

बयास सांगावें. अमुक दिवशीं पाऊस जास्ती किंवा कमी पडला इतकेंच मोघम त्यावरून समजतें, पण त्यांतला बरोबर फरक आपल्यास कळत नाहीं, हें त्यांजकडून काढून घ्यावें. कोंकणांत व मावळांत पाऊस फार पडतो, देशावर फार कमी पडतो, सिंध प्रांतासारख्या कित्येक ठिकाणीं सगळ्या वर्षांत मिळून आपल्या इकडल्या एका दिवसाइतकाही पाऊस पडत नाहीं, इत्यादि गोष्टी मागील कांहीं पाठांत व शाळेबाहेर मुलांच्या कानांवर आलेल्या असतात. अमुक ठिकाणीं पाऊस कमी व अमुक ठिकाणीं जास्त पडतो, हें समजण्यास पाऊस मोजण्याकरितां कांहीं तरी तजवीज असणें अवश्य आहे, हें मुलांचे लक्षांत आणून द्यावें.

यापुढें आणखी एक आठवडा उघड्या जागेवर पातेल्यासारखें पसरट भांडें ठेवून त्यांत दर चोवीस तासांत किती पाणी सांठतें तें एखाद्या लहान भांड्यानें किंवा चमच्यानें मोजीत जावें, व रोज किती चमचे पाऊस पडला तें पहिल्याप्रमाणेंच तारीखवार मुलांचे समक्ष एका कागदावर लिहून ठेवीत जावें.

पाऊस मोजण्याची ही पद्धति पूर्वींपेक्षां बरी आहे. तरी चमचा किंवा माप आणि भांड्याचें तोंड ह्यांच्या लहानमोठेपणामुळें ही रीतही मोघमच आहे, हें मुलांच्या लक्ष्यांत आणून द्यावें. पावसाचें पाणी धरण्याच्या भांड्याचें तोंड व पाणी मोजण्याचें माप हीं सर्व ठिकाणीं सारखीं असणें फार जरूर आहे, त्याखेरीज ठिकठिकाणीं किती पाऊस पडला, किंवा एकाच ठिकाणीं निरनिराळ्या दिवशीं किती पाऊस पडला, ह्याची तुलना करितां येणार नाहीं, हें मुलां-कडून काढून घ्यावें.

पावसाचें पाणी जमिनीवरून वाहत जातें, व कांहीं पाणी जमि-नींत मुरतें. पाणी वाहून गेलें नाहीं, किंवा जमिनींतही मुरलें नाहीं, तें जागच्या जागीं राहिलें, तर त्याचा जमिनीवर सारख्या जाडीचा थर बसेल, आणि जसजसा पाऊस अधिक पडेल तसतसा हा थर उंच उंच होत जाईल. एका परातींत झारीनें पाणी पाडावें. परा-तींत फूटपट्टी उभी धरावी. कांहीं वेळानें परातींत पाव

इंच उंचीचें पाणी जमेल, मग पाण्याची उंची अर्धा इंच होईल, व याप्रमाणें पुढें उंची वाढत जाईल. पाऊस मोजण्याकरितां परातीसारखें भांडें उघड्यावर ठेवून त्यांत दररोज किती इंच उंचीचें पाणी सांठलें आहे, तें त्यांत फुटपट्टी उभी धरून मोजितां येईल, हें मुलांस दाखवावें. परंतु कधीं कधीं पाऊस एक इंचाचा शंभरावा हिस्सा इतका देखील पडत नसल्यामुळें भांड्यांतील पाण्याची उंची फूटपट्टीनें बरोबर मोजितां येणें कठीण असतें, हें मुलांस प्रत्यक्ष दाखवावें. हल्लीं पाऊस मोजण्याकरितां जीं मापें करितात, तीं कशीं असतात व तीं कशीं करितात तें आतां पाहूं.

दोन इंच लांब, दोन इंच रुंद व तीन इंच उंच असें एक जस्ताचें पात्र मुलांस दाखवावें. त्याच्या बुडावर कागदाचे चौरस इंची तुकडे चार मावतात; ह्मणजे त्याचा तळ किंवा तोंड चार चौरस इंचांचें आहे. ह्या भांड्यांत घन इंचाचे चार तुकडे ठेविले ह्मणजे त्यांच्या थराची उंची एक इंच असते, आठ तुकडे ठेविले ह्मणजे उंची दोन इंच होते, व बारा तुकडे ठेविले ह्मणजे थराची उंची तीन इंच होते. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. एक इंच उंचीचा पाऊस पडतो तेव्हां चार चौरस इंचांचे भांड्यांत चार घन इंच पाणी सांठतें. अर्थात पाणी आठ घन इंच सांठतें तेव्हां पाऊस दोन इंच व बारा घनइंच पाणी सांठतें तेव्हां पाऊस तीन इंच पडला असें होतें. ह्या सर्व गोष्टी वरील जस्ताच्या भांड्यांत पाणी व घनइंचाचे ठोकळे प्रत्यक्ष घालून मुलांस नीट समजावून द्याव्या, व पावसाचें पाणी धरण्याच्या भांड्याचें तोंड जितक्या चौरस इंचांचें असेल, तितक्या घनइंचांच्या मापानें त्यांतील पाणी मोजलें ह्मणजे पाऊस किती इंच पडला हें कसें समजतें तें मुलांस स्पष्ट करून दाखवावें. हें दाखवितांना चार घनइंचांचें माप पाणी मोजण्यास घ्यावें.

मुलांस पाऊस मोजण्याचें साधन–पर्जन्यमापक–दाखवावें.[आ. ६ पहा.] लोखंडाच्या पत्र्याच्या नळकंड्यांत एक काचेची मोठी कुपी ठेविलेली असते, व कुपीच्या तोंडांत नसराळें बसविलेलें असतें. हें

नसराळें नळकंड्याच्या झांकणास पक्कें जोडलेलें असून झांकणाचें वरचें तोंड खुलें असतें. नसराळ्याचें तोंड सुमारें वीस चौरस इंचांचें (पांच इंच व्यासाचें ह्मणजे १९. ६३५ चौरस इंचांचें) असतें. नसराळ्याच्या तोंडांत जें पावसाचें पाणी पडतें, तें कुपींत सांचतें. तें पाणी एका कांचेच्या मापानें मोजितात. अर्थात हें माप वीस घनइंचांचें असलें पाहिजे, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. [वस्तुत: हें माप दहा घनइंचांचें असतें व ह्मणून त्यानें दर वेळीं अर्धा इंच पाऊस मोजतां येतो.] जितकीं मापें पूर्ण भरतील तितके इंच पाऊस पडला असें समजावयाचें. काचपात्रावर शंभराव्या भागाच्या खुणा पाडिलेल्या असतात, त्यांवरून अपूर्ण मापांत किती शंभरावे हिस्से भरतात तें समजतें. इंचाच्या शंभराव्या भागाला दोकडा ह्मणतात. पाऊस अमुक इंच व अमुक दोकडे (सेंट=शतांश) पडला असें ह्मणतात. असें पाऊस मोजण्याचें साधन कोठेंही सहज तयार करितां येईल. तें शाळेच्या आवारांत किंवा छप्परावर नीट बसवून ठेवावें, व मुलांकडून दररोज (पाऊस पडेल तेव्हां) पाऊस मोजवून त्याची तारीखवार नोंद शाळेंत ठेवावी. (पावसाच्या ह्या नोंदींची तुलना करवून व हवा मानाशीं त्यांची सांगड घालून अनेक प्रकारची उपयुक्त माहिती मुलांस पुढें देतां येईल. तथापि तिसऱ्या इयत्तेच्या मुलांस ही माहिती देऊं नये.)

पाठ तेविसावा.

झरा.

पाठाचें साहित्य.—शेतांतील माती, चिखल, जाडी रेती, वाळू, शाई, खडूचे मोठाले दोन तुकडे, चाकू, बुडाशीं व बाजूंस भोंकें असलेली कुंडी, स्पंज व दोन काचपात्रें.

पाठ देण्यापूर्वींची तयारी.—मुलांना एक दोनदां योग्य वेळीं बाहेर फिरावयास नेऊन निरनिराळ्या प्रकारचे झरे दाखवून ठेवावे.

झऱ्यांचे प्रकार साधारणतः तीन मानितां येतील. डोंगरांतून किंवा विहिरींत बाराही मास पाझरणारे झरे, पावसाळ्यांत पाऊस पडत असतां व पावसाळ्यानंतर फार थोडे दिवस पाझरणारे झरे, आणि नदी, तळें इत्यादिकांच्या कांठांशीं खणलें असतां त्या खांचांत पाझरणारे झरे. पाठांत या माहितीचा उल्लेख करून हे झरे कसे बनतात त्याविषयीं समजूत द्यावी.

पावसाविषयींच्या पाठाची थोडक्यांत उजळणी करून, पावसाचें कांहीं पाणी जमिनीवरून वाहतें व तें पुढें ओढे, नद्या इत्यादिकांवाटे समुद्रांत जातें, आणि कांहीं पाणी जमिनींत मुरतें, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. ह्या जमिनींत मुरलेल्या पाण्यापैकीं कांहीं पाणी पुन्हा आपल्यास मिळतें काय ?—होय. झरे हे जमिनींत मुरलेल्या पाण्यापासूनच उत्पन्न होतात.—बरें. झरे तुह्मी पाहिलेच आहेत. ते कसे उत्पन्न होतात याचा आपण आतां विचार करूं.

शेतांतल्या मातीचीं डिखळें फोडून त्यांचें हें आळें बनविलें आहे. यांत पाणी ओतितों. तसेंच हें त्या मातीच्या चिखलाचें आळें केलें आहे, त्यांत पाणी ओतितों. काय होतें सांगा.—सुक्या मातींतून पाणी बाहेर पडलें; पण चिखलांतून पाणी बाहेर आलें नाहीं.—पावसाचें पाणी कोरड्या मातींतून खोल जमिनींत कसें मुरतें, तें यावरून मुलांचे लक्ष्यांत आणून द्यावें. वाळूचें आळें करून त्यांत पाणी ओतितों. काय झालें ?—वाळूंतून पाणी बाहेर आलें.—खडूच्या तुकड्याचें टोंक शाईत बुडवितों, व खडूच्या मोठ्या तुकड्यावर चाकूनें खळगी उकरून तींत शाई ओतितों. काय झालें ?—खडूनें शाई शोषून घेतली, व खडूंतून शाई बाहेर पडली.—याचप्रमाणें रेतीच्या मोठ्या खड्यांच्या ढिगांतूनही पाणी जातें हें मुलांस दाखवावें. तळाशीं व बाजूंला भोंकें असलेल्या ह्या मातीच्या कुंडींत चिखलाचा एक थर देऊन वर वाळूचा थर घालितों. आतां ह्या कुंडींत वरून पाणी ओतितों. [आकृति ७ पहा.] काय होत आहे ?—पाणी बाहेर येत आहे.—पण

तें कोठून येत आहे पाहून सांगा.—चिखल व वाळू यांच्या सांध्याजवळून पाणी बाहेर येत आहे.—बरोबर.

झरा कसा उत्पन्न होतो तें दाखविण्याकरितां फळ्यावर आकृति काढावी, [आकृति ८ पहा.] व तिजवरून झऱ्याची समजूत द्यावी. जमिनीच्या पोटांत माती, रेती, चुनखडी, मुरूम वगैरे अनेक प्रकारच्या खनिज पदार्थांचे थर असतात. रेती, वाळू, चुनखडी वगैरे पदार्थांचा व चिखलाचा जेथें सांधा असतो, त्या ठिकाणाहून बहुतकरून झरा उत्पन्न होतो, हें मुलांच्या चांगलें लक्ष्यांत आणून द्यावें.

कुंडींत पुन्हा पाणी ओतावें. पाणी ओतण्याचें बंद झाल्यावर लगेच कुंडींतून पाणी बाहेर पडण्याचें थांबतें, हें मुलांस दाखवावें. फळ्यावरील आकृतींत दाखविलेल्या प्रकारचे झरे असेच असल्यामुळें ते पावसाळ्यांत मात्र चांगले वाहतील, व उन्हाळ्यांत बहुधा बंद पडतील, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. अर्थात हे दुसऱ्या प्रकारचे झरे. पहिल्या प्रकारचे झरे असेच उत्पन्न होतात. पण त्यांच्या मुळांशीं पाण्याचा सांठा मोठा असल्यामुळें ते झरे उन्हाळ्यांतही आटत नाहींत.

बुडाशीं एकच मोठें भोंक असलेली ही कुंडी आहे. हिच्या तळच्या भोंकांत हा स्पंज बसवून कुंडींत वाळू भरितों व तींत हें गढूळ पाणी ओतितों. [आकृति ९ पहा.] काय होत आहे ?—कुंडीच्या तळच्या स्पंजांतून पाणी खालीं गळत आहे.—बरें, तें पाणी ह्या काचपात्रांत धरितों. हें पहिलें गढूळ पाणी पहा. हेंच पाणी या कुंडींतल्या वाळूंतून खालीं गळलें आहे. तरी तें आतां किती स्वच्छ झालें आहे ! नदी, तळें यांचें पाणी अगदीं खराब असतां त्यांच्या कांठीं खणलेल्या (डवऱ्यांचें) डबक्यांचें पाणी स्वच्छ कसें असतें, तें यावरून तुमच्या लक्षांत आलेंच असेल. वाळू, जाड रेती, चुनखडी यांच्या थरांतून पाणी पाझरलें म्हणजे तें गाळून निघून स्वच्छ होतें, हें मुलांस समजावून द्यावें. मुलांनो, तिसऱ्या प्रकारचे झरे कसे उत्पन्न होतात तें आतां तुमच्या लक्षांत

येईल. जवळच्या पाण्याच्या सांठ्यांतलें किंवा जमिनींत मुरलेलें पाणी, वाळू वगैरेच्या थरांतून गाळून निघून हे झरे उत्पन्न होतात.

कोणत्याही झऱ्याचें पाणी वाळू, चुनखडी इत्यादिकांच्या थरांतून गाळून येत असल्यामुळें तें फार स्वच्छ असतें, आणि ह्मणून तें पिण्यास व सर्व कामांत वापरण्यास चांगलें असतें.

पाठ चोविसावा.

नदी—भाग पहिला.

पाठाचें साहित्य.—गांव व नदी यांजवळील प्रदेशाची मातीची प्रतिमा, इलाख्याचा नकाशा, गांवाजवळील प्रदेशाचा मोठा नकाशा, नदीच्या कांठच्या प्रदेशाचा फळ्यावरील नकाशा, ताटली, पाणी, बारीक वाळू, लाकडी फळी, मातीचीं डिखळें, बारीक माती, गोटे, नदीच्या ओघाची फळ्यावरील आकृति व एक लहान भांडें पाणी ओतण्याकरितां वगैरे.

पाठ देण्यापूर्वीची तयारी.—गांवाजवळ असलेल्या नदीच्या कांठानें सहल करण्याकरितां मुलांस दोन चार वेळां बरोबर घेऊन जावें, व नदीसंबंधाच्या पुढील गोष्टींपैकीं शक्य तितक्या गोष्टींकडे मुलांचें लक्ष लावावें.

१. ओढा, नदी, ह्यांचें पाणी तळ्याविहिरींच्या पाण्यासारखें संथ नसतें; तें वाहत असतें.

२. प्रवाहाच्या मध्य भागांतील पाणी कांठांकडील पाण्यापेक्षां जलद वाहतें. प्रवाहाच्या मध्य भागीं व कांठांकडे गवताच्या काड्या, झाडांचीं पानें वगैरे एकदम टाकावीं, व पाण्याच्या ओघांतून त्यांपैकीं कोणचीं पुढें जातात तें दाखवून ही गोष्ट मुलांचे अनुभवास आणून द्यावी.

३. नदी, ओढा यांचे प्रवाह नीट सरळ नसतात; वांकडे तिकडे व वळणांवळणांनीं गेलेले असतात. प्रवाह सरळ जाण्यास

त्यांच्या वाटेंत कसकसे अडथळे असतात त्यांकडे मुलांचें लक्ष लावावें.

४. प्रवाह जिकडे वाहत जात असतो तिकडे उत्तरोत्तर तो रुंद रुंद होत गेलेला असतो, व तो जिकडून येतो तिकडे उत्तरोत्तर अरुंद असतो.

५. ओढा, नदी यांस आजूबाजूच्या प्रदेशांतील पाण्याचे ओहोळ येऊन मिळतात.

६. नदीच्या पात्रांत मध्य भागीं मोठाले गोटे असतात, व कांठांकडे बारिक वाळू व जाडी रेती असते.

७. नदींत सांपडणारे गोटे, गारगोट्या व इतर जातींचे दगड ह्यांच्या आकृति, आकारमान, घडण, आणि त्यांचा भोंवतालच्या प्रदेशांतील खडकांशीं सारखेपणा किंवा निराळेपणा ह्यांकडे मुलांचें लक्ष लावावें. चमत्कारीक दिसणारे दगड, गारा वगैरे बरोबर घेऊन यावीं.

८. दोन चार शिसे भरून नदीचें पाणी घेऊन यावें.

सहल करितांना अवलोकन केलेल्या गोष्टी पाठ देतांना पुढें लिहिल्याप्रमाणें समजावून द्याव्या.

१. पाणी उंच प्रदेशाकडून सखल प्रदेशाकडे वाहतें, तें स्थिर असतां त्याचें वरचें पृष्ठ सपाट असतें वगैरे पाण्याच्या पाठांत पूर्वी शिकविलेल्या गोष्टींची प्रथम थोडक्यांत उजळणी करावी. टेबलावर ताटली ठेवून तींत पाणी ओतावें. पाणी कसें राहिलें आहे? —संथ.—ताटली एका बाजूवर कलती धरावी. काय झालें ?—पाणी वाहूं लागलें.—नदीच्या पात्राची ताटलीशीं तुलना करून, नदी जिकडून वाहत येते तो भाग नदी जिकडे वाहते त्यापेक्षां उंच असतो, हें मुलांकडून काढून घ्यावें.

२. रिकामी कोरडी ताटली किंचित वांकडी करावी. तींत वरच्या बाजूस हळूच बारीक वाळू ओतावी. मधील वाळू बरीच खालीं घसरून जाते, परंतु दोहों बाजूंकडे वाळू खालीं न घसरतां अडकून राहते. याचप्रमाणें नदीच्या कांठांकडील पाण्यास तिच्या कांठांचा

अडथळा होऊन त्याचा वाहण्याचा जोर कमी होतो. मधल्या पाण्यास अडथळा न झाल्यामुळें तेथें पाण्याचा वाहण्याचा जोर जास्त असतो.

३. लांकडाच्या फळीवर दगडाचे गोटे व मातीचीं डिखळें मधून मधून ठेवून सर्व फळीवर बारीक वाळू व माती यांचा जाड थर द्यावा. फळीच्या एका टोंकाखालीं कांहीं तरी घालून फळी कलती ठेवावी. नंतर फळीच्या वरच्या टोंकाकडे हळूच पाणी ओतावें व त्याचा प्रवाह फळीवरून कसा वांकडा व वळणांवळणांनीं जातो तें दाखवावें. नदीचा ओघ मऊ खडक व माती ह्यांस फोडून वाट करितो, पण कठाण खडक वाटेंत आडवे आल्यास त्यांस वळसा घालून पुढें जातो. फळ्यावर आकृति काढून व नकाशावर नद्यांचे ओघ दाखवून ही गोष्ट स्पष्ट करावी. [आकृति १० पहा.]

४. नदीच्या कांठच्या प्रदेशाची मातीची प्रतिमा व नकाशावरील नद्या दाखवाव्या, व त्यांत नदीचें पात्र उत्तरोत्तर रुंद होत गेलेलें दाखवावें.

५. नदीस कांठच्या प्रदेशांतून पाण्याचे ओहोळ येऊन मिळालेले नकाशावर व प्रतिमेंत दाखवावे. नदींत जास्त जास्त पाणी येत गेल्यामुळें तिचें पात्र उत्तरोत्तर रुंद होत जातें, हें मुलांचे लक्षांत आणून द्यावें. मोठ्या नद्यांस लहान नद्या मिळालेल्या नकाशावर दाखवाव्या. दोन नद्या जेथें मिळतात त्याला संगम म्हणतात. संगम म्हणजे एकत्र मिळणें, एकत्र मिळून जाणें. दोन नद्या एकमेकींस मिळाल्या ह्मणजे त्यांची एकच मोठी नदी बनून पुढें वाहत जाते.

मुलांनो, नदीसंबंधाच्या पुष्कळ गोष्टी आज तुह्माला समजल्या. बाकीच्या गोष्टींचा विचार आपण पुढील पाठांत करूं.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. नदी जेथून निघते तें ठिकाण तिच्या कांठच्या सर्व ठिका-

णांहून अधिक उंच असतें, व तेथून तिचा प्रवाह एकसारखा उतार जमिनीवरून वाहत गेलेला असतो.

२. नदीच्या ओघाच्या मध्य भागीं पाणी जलद वाहतें; कांठांकडे पाणी कमी जोरानें वाहतें. कांठांकडील पाण्यास नदीच्या तिरांचा अडथळा झाल्यानें त्याचा जोर कमी होतो.

३. नदीचा ओघ मातीसारखा मऊ भाग धुपवून पुढें वाहत जातो, परंतु कठीण खडक त्यास धुपवितां येत नाहींत. यामुळें नदीच्या ओघास वळणें येतात.

पाठ पंचविसावा.

नदी—भाग दुसरा.

पाठाचें साहित्य.—पातेलें किंवा जाड काचपात्र, पाणी, बारीक वाळू, रेती, लहान मोठे गोटे, मुलांनीं आणिलेले नदींतले गोटे व गारा, खडीचे तुकडे, नदीच्या पाण्यानें भरून आणिलेले शिसे, स्पिरिटचा दिवा, ताटली, गांवाभोंवतालच्या व नदीकांठच्या प्रदेशाची प्रतिमा व इलाख्याचा नकाशा.

प्रथम मागील पाठाची थोडक्यांत उजळणी करून नदीसंबंधाच्या राहिलेल्या गोष्टी पुढें लिहिल्याप्रमाणें समजावून द्याव्या.

१. लहानशा पातेल्यांत किंवा जाड काचपात्रांत पाणी, बारीक वाळू, रेती व मोठाले गोटे घालून तें हळू हळू वाटोळें हालवावें. पाण्याच्या हालण्यानें वाळू व रेती गरगर फिरूं लागते, परंतु गोटे जागच्याजागीं तसेच राहतात. भांडें जोरानें हालवूं लागतांच प्रथम लहान गोटे व नंतर मोठे गोटे फिरूं लागतात. भांडें हालविण्याचें एकदम थांबविल्यास प्रथम मोठे गोटे स्थिर होतात व मग रेती आणि वाळू हीं थांबतात. ह्या गोष्टी मुलांस नीट दाखवून व त्यांची नदीच्या प्रवाहांत घडणाऱ्या गोष्टींशीं तुलना करवून त्यांजकडून पुढील अनुमान काढून घ्यावें. वाळू व रेती

हीं हळू वाहणाऱ्या पाण्यांत व मोठाले गोटे जोरानें वाहणाऱ्यां पाण्यांत असतात. ह्मणून वाळू व रेती नदीच्या कांठांकडे व मोठे गोटे प्रवाहाच्या मध्यभागीं बहुधा असतात.

२. मुलांनीं आणलेले नदींतले दगड, गारा वगैरे त्यांजजवळ द्याव्या. लहान मोठे दगड व खडकांचे तुकडे नदींत प्रथम वाहून येतात, किंवा नदीचें तीर धुपून आंत कोसळतात, तेव्हां सडकेवर पसरण्याच्या नव्या खडीप्रमाणें त्यांस कोनकोंपरे असतात. पण नदीच्या प्रवाहांतून आदळत आपटत व घांसत जातांना ते झिजून जाऊन त्यांचे गुळगुळीत गोटे बनतात. ह्या गोट्यांचे तीन प्रकार करितां येतात.

अ. ज्यांना कोनकोंपरे बरेच असतात. हे दगड बहुधा नदीच्या प्रवाहांत नुकतेच सांपडले असावेत.

ब. ज्यांची एक बाजू झिजून वाटोळी झालेली असते व दुसरी बाजू पसरट असते. पसरट बाजू नदीच्या वाळवंटांत कांहीं मुदत वाळूंत पुरली गेली असून दुसरी बाजू उघडी असावी.

क. सर्व बाजूनीं वाटोळे बनलेले गोटे. हे नदीच्या ओघांतून फार लांबून वाहत आलेले असावेत.

३. नदीच्या पाण्यानें भरून आणिलेले शिसे टेबलावर ठेवावे. शिशांतलें पाणी बराच वेळ स्थिर राहिल्यानें त्यांच्या तळाशीं गाळ सांचलेला असेल तो मुलांस दाखवावा. शिशांत वरच्या बाजूस निवळ पाणी असतें. त्यांतलें थोडें पाणी ताटलींत घेऊन व ताटली दिव्यावर धरून तें आटवावें. ताटलीच्या तळाशीं पांढरा साखेरा बसेल तो मुलांस दाखवावा. गाळ व साखेरा यांतील भेद आणि विरघळणें व मिसळणें म्हणजे काय तें मुलांस विचारावें. नदीचें पाणी बरेंच स्वच्छ दिसलें तरी त्यांत विरघळणारे व गाळासारखे तळीं बसणारे पदार्थ बरेच असतात हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें.

४. मुलांस बाहेर फिरावयास नेऊन दाखविलेल्या सर्व गोष्टींचा खुलासा एथवर झाला. आतांपर्यंत मुलांस समजलेल्या गोष्टी, नकाशा व मातीची प्रतिमा ह्यांच्या साह्यानें नदीचें वर्णन

मुलांकडून करवून घ्यावें. नदीचा उगम, नदीचें मुख, नदीचें पात्र, नदीचें तीर, वाळवंट, संगम इत्यादि शब्दांचे अर्थ प्रतिमा व नकाशा ह्यांच्या साह्यानें समजावून देऊन, मुलांनीं बाहेर पाहिलेल्या गोष्टींची त्यांस आठवण द्यावी. नंतर उंच ठिकाणाहून निघालेला **पाण्याचा प्रवाह समुद्रास जाऊन मिळतो त्यांस नदी ह्मणतात** ही किंवा हिच्या सारखी नदीची व्याख्या मुलांकडून काढून घ्यावी. इलाख्याच्या नकाशावर नद्या, त्यांचे उगम, त्यांचीं मुखें, संगम वगैरे दाखवून घ्यावीं.

५. पाऊस पडत असतां बरेंच पाणी जमिनीवरून वाहत जाऊन त्याचे लहान लहान पन्हळ व पन्हळांच्या ओहोळ्या बनतात. पुढें अनेक ओहोळ्या मिळून ओढे बनतात व मग अनेक ओढे मिळून नदी होते. हा प्रकार मातीच्या प्रतिमेवरून स्पष्ट करावा, व पावसाळ्यांत मुलांस प्रत्यक्ष दाखवावा. कांहीं नद्या झऱ्यांपासून उत्पन्न होतात, व कांहीं नद्या मोठाल्या सरोवरांपासून निघतात. फळ्यांवर आकृति काढून हे प्रकार मुलांस समजावून द्यावे.

पाठ सत्तविसावा.

टेकडी.

पाठाचें साहित्य.—आदल्या दिवशीं उकडलेला बटाटा, कच्चा बटाटा आणि गांवाभोंवतालचा प्रदेश व टेकड्या दाखविणारी मातीची प्रतिमा. पाठाच्या आदल्या दिवशीं दोन बटाटे, पाणी, स्पिरिटचा दिवा व लहान भांडें.

पाठापूर्वीची तयारी.—पाठ देण्याचे आदले दिवशीं दोन वाटोळे, मोठे व वर फारसे डोळे (खांचा) नसलेले बटाटे मुलांस दाखवून त्यांपैकीं एक बटाटा मुलांदेखत उकडावा. बटाटा पक्का उकडल्यावर दोन्ही बटाटे पेटींत ठेवून द्यावे व तेच दुसऱ्या दिवशीं पाठाकरितां घ्यावे. मुलांस बाहेर फिरावयास न्यावें. गांवाबाहेर एकाद्या सोईवार उंच ठिकाणीं उभें राहून तेथून आसपासचा

प्रदेश कसा दिसतो तें, व गांवाशेजारीं असलेल्या टेकड्या हीं मुलांस दाखवावीं. परत आल्यावर शिक्षकानें त्या प्रदेशाची मातीची प्रतिमा बनवून तिचा पाठाचे वेळीं उपयोग करावा.

१. मुलांनो, तुम्ही पूर्वी पुष्कळदां टेकड्या पाहिलेल्या होत्या. पण टेकडी कशाला म्हणावयाचें हें तुम्हाला माहीत नव्हतें. आपण त्या दिवशीं बाहेर फिरावयास गेलों होतों, तेव्हां तें तुम्हाला समजलें, आणि आपल्या गांवाशेजारच्या टेकड्या व त्यांमधील प्रदेश ह्यांची तुम्हाला बरीच माहिती झाली. आपण पाहिलेल्या प्रदेशाची व त्यांत दिसणाऱ्या टेकड्यांची ही मातीची प्रतिमा मी तयार केली आहे. मुलांस प्रतिमेंतील टेकड्या व प्रदेश दाखवून व पाहिलेल्या प्रत्यक्ष टेकड्यांचें आणि प्रदेशाचें स्मरण देऊन त्यांजकडून पुढील गोष्टी काढून घ्याव्या.

१. जमीन कोठें सखल व कोठें उंच असते, व कोठें तर फारच उंच असते.

२. टेकडीचा वरचा भाग बहुतेक वाटोळा असतो.

३. कोठें टेकड्या एकीला एक लागलेल्या असतात, व कोठें एकच सुटी टेकडी असते.

४. टेकडीच्या बाजू कोठें अगदीं नीट भिंतीसारख्या उभ्या असतात, व कोठें अगदीं उतरत्या असतात.

५. टेकड्या आपोआप बनलेल्या असतात.

६. शेतांचे उंच उंच बांध वगैरे लहानशा टेकडीप्रमाणेंच दिसतात; परंतु त्या टेकड्या नव्हेत. टेकड्या आपोआप बनतात. बांध वगैरे माणसांनीं केलेले असतात.

नंतर, जमिनीचा कांहीं भाग सभोंवतालच्या जमिनीपेक्षा आपोआप उंच झालेला असतो त्याला टेकडी ह्मणतात, अशी टेकडीची व्याख्या मुलांकडून बनवून घेऊन ती फळ्यावर लिहावी.

२. आदले दिवशीं उकडलेला व कच्चा बटाटा मुलांस दाखवावा. उकडण्यापूर्वीं व उकडल्यावर दोन्ही बटाटे काल सारखेच दिसत होते, असें असून हा उकडलेला बटाटा आज असा कां दिसतो व

ह्याच्या सालपटास अशा सुरकुत्या कां पडल्या ?—तो उकडला व मग निवाला ह्मणून.—ह्मणजे तो उकडत असतां त्याला पुष्कळ उष्णता लागली व मग तो निवाला. तो हळूहळू निवत असतां त्यावर सुरकुत्या पडल्या; ह्मणजे त्यावर कांहीं खळगे व कांहीं उंचवटे बनले. पृथ्वीवरच्या टेकड्याही अशाच बनल्या आहेत. भूमि गोलाकार आहे, हें 'दिवस व रात्र' ह्या पाठांत मुलांस शिकविलेलें असतें. तसेंच जमिनीच्या पोटांत पुष्कळ उष्णता आहे, असें 'गंधक' ह्या पाठांत ऊन पाण्याचे झरे इत्यादिवरून मुलांस माहीत झालेलें असतें. एथें मुलांकडून तें काढून घ्यावें. मुलांनो, ही आपली पृथ्वी एका वेळीं तापवून लाल केलेल्या लोखंडाप्रमाणें अगदीं जळजळीत ऊन होती.—पृथ्वी वस्तुतः घनावस्थेंत नव्हती, केवळ तप्त वायूंच्या रूपांत होती, व अजूनही तिचा अंतर्भाग घनावस्थेंत आलेला नाहीं. तरी मुलांच्या समजुतीकरितां एथें घन पदार्थाचें उदाहरण घेतलें आहे.—नंतर ती हळू हळू निवूं लागली. पदार्थ निवूं लागला म्हणजे प्रथम त्याचा वरचा भाग आधीं निवतो. वरचा भाग निवाला तरी तो पदार्थ आंत बराच कढत असतो. मुलें बटाटा, रताळें, कांदा वगैरे भाजून खातात, त्या वेळेची त्यांस आठवण देऊन ही गोष्ट स्पष्ट करावी. बटाटा उकडून निवाल्यावर त्याची वरची बाजू सुरकुतून त्यावर जसे कांहीं उंचवटे बनले, त्याच प्रमाणें पृथ्वीचें वरचें कवच निवत असतां टेकड्या बनल्या आहेत. तरी सर्वच टेकड्या अशा रीतीनें बनलेल्या आहेत असें नाहीं. टेकड्या बनण्याचीं आणखीही कांहीं कारणें आहेत. तीं तुह्मास पुढल्या पाठांत समजतील.

३. ह्या मातीच्या प्रतिमेंत आपल्या गांवाभोंवतालच्या टेकड्या दाखविल्या आहेत त्या ओळखून सांगा. टेकड्या जशा कमजास्त उंच होत्या, तशाच त्या प्रतिमेंतही कमजास्त उंच दाखविलेल्या असतात, हें मुलांचे लक्षांत आणून द्यावें. गांवाभोंवतालच्या टेकड्यांस नांवें असल्यास त्या नांवांनीं प्रतिमेंतल्या टेकड्या दाखवून घ्याव्या.

पाठ सत्तात्रिसावा.

डोंगर व खिंड.

पाठाचें साहित्य.—लाकडाची फळी, गोटे, चिखल, पाणी शिंपण्याची झारी, बर्फ, मीठ, पातेलें, पाणी, दोन कुप्या, दोन बूच, लोखंडी तार, गंजलेलें लोखंड, पीठ, काचेचा किंवा लोखंडी लहान गज, गांवाभोंवतालच्या टेकड्यांची प्रतिमा व मुंबई इलाख्याचा नकाशा.

प्रथम मागील पाठाची उजळणी करावी. पृथ्वीच्या अंगची उष्णता हळूहळू कमी होऊं लागून तिच्या वरच्या अंगास निवालेलें कवच बनत गेलें व तें बनत असतां त्याचा कांहीं भाग आंत दबला आणि कांहीं वर उचलला गेला. या संबंधानें बटाट्याशीं पृथ्वीची तुलना करवून टेकड्या बनण्याचें हें एक कारण आहे, ही गोष्ट मुलांकडून काढून घ्यावी. मुलांनो, डोंगर हा शब्द तुह्मी अनेक वेळां ऐकला असेल, पण प्रत्यक्ष डोंगर कोणी पाहिला आहे काय ?—होय. त्या दिवशीं आपण ज्या टेकड्या पाहिल्या तेच डोंगर!—बरोबर. टेकडी फार उंच असली म्हणजे तिलाच डोंगर ह्मणतात. टेकडी व डोंगर हीं एकच; केवळ उंचीवरून हीं दोन नांवें आपण त्यांस देतों. आपल्या भोंवतालीं जिकडे पहावें तिकडे डोंगर किंवा टेकड्या दिसतात. तीं उत्पन्न होण्याचें ह्मणजे पृथ्वीच्या वरच्या निवालेल्या कवचावर उंचवटे व खांच-खळगे उत्पन्न होण्याचें एक कारण आपल्याला समजलें. त्याशिवाय आणखी कोणतीं कारणें आहेत तें आतां पाहूं.

१. पाऊस.—पाऊस पडत असतां किंवा तो थांबल्यावर थोड्या वेळानें रस्ते कसे दिसतात ? पावसाचें पाणी भांड्यांत धरिलें तर तें कसें असतें?—अगदीं स्वच्छ व शुद्ध.—मग रस्त्यांतून वाहणारें पाणी गढूळ व घाणेरें कशानें होतें?--पावसाच्या पाण्यानें रस्ते धुपतात व फुटतात, आणि त्यांच्या वरच्या बाजूची धूळ,

माती इत्यादि त्या पाण्यांत मिसळतात.—पाण्याच्या नळाखालीं किंवा पागोळीच्या धोदाण्याखालीं जमीन कशी फुटलेली असते, ती तुम्ही पाहिलीच आहे. अशा ठिकाणीं मुख्यत्वें काय असतें?—वाळू, कवलांचे तुकडे, लहान दगड वगैरे.—धोदाण्याखालींच वाळू वगैरे कोठून येतात?—तीं धोदाण्याखालच्या जमिनींतच असतात.—पाण्याच्या जोरानें तेथील जमीन फुटून माती मऊ असल्यामुळें तिचा भुगा होऊन ती पार धुपून जाते; कवलें, वाळू, दगड हीं तितकीं मऊ नसल्यामुळें तीं माती एवढीं फुटत नाहींत, तरी त्यांचीही थोडीशी झीज होतेच. मुलांस ह्या गोष्टी नीट समजावून द्याव्या; व **कठीण जमिनीपेक्षां मऊ जमीन पाण्यानें लवकर फुटते व धुपते,** हें त्यांजकडून काढून घ्यावें. लाकडाच्या फळीवर लहान गोटे व दगड ठेवून वर चिखलाचा ढीग रचावा. ही गोष्ट पाठ देण्यापूर्वीं कांहीं तास अगोदर करावी. नंतर या ढिगावर झारीचें पाणी ओतीत राहावें, व चिखलाचा ढीग कसा धुपतो, मध्येंच खळगे पडत जाऊन दगड असलेले भाग निरनिराळ्या डोंगरांसारखे कसे दिसूं लागतात, वगैरे गोष्टी स्पष्ट कराव्या, आणि **निरनिराळे डोंगर बनण्याचें पाऊस हें एक कारण आहे.** हें मुलांचे लक्ष्यांत आणून द्यावें.

२. **बर्फ.**—बर्फाचा चुरा व मीठ समभाग एकत्र करावीं. तें मिश्रण किती गार झालें आहे तें मुलांस दाखवावें. एक लहान कुपी पाण्यानें तोंडोतोंड भरून तिला गच्च बूच बसवावा, व तो उडून जाऊं नये ह्मणून लोखंडी तारांनीं तो कुपीस गच्च बांधून टाकावा. नंतर ती कुपी बर्फ व मीठ यांच्या मिश्रणांत घालून एकीकडे ठेवून द्यावी. मुलांनो, ही कुपी तूर्त अशीच राहूं द्या. ह्या कुपीचें पुढें काय होतें, व त्यावरून आपल्याला काय समजतें तें मग पाहूं.

३. **वारे.**—मुलांनो, उन्हाळ्यांत वाऱ्यानें चोहोंकडे धूळ उडत असते, हें तुह्मास माहीतच आहे. कोठें कोठें तर वारे इतक्या जोरानें वाहतात कीं त्यामुळें जमिनीवरील खंडोगणती धूळ व बारीक वाळू वर उडते, आणि वारे थांबल्यावर ती खालीं पडून तिच्या मोठाल्या

टेकड्या बनतात, वाऱ्यानें उडालेली धूळ खडकांवर जोरानें घांसली जाते; त्यावेळीं माती, मुरूम यांसारख्या मऊ पदार्थांचे थर फुटून त्यांची धूळ होऊन उडून जाते, व कठीण खडक शिल्लक राहतात. या रीतीनेंही डोंगर व टेकड्या उत्पन्न होतात. फळ्यावर आकृति काढून ही गोष्ट स्पष्ट करावी. [आकृति ११ पहा.]

४. हवा.—गंजलेल्या लोखंडाचा तुकडा दाखवावा. गांवांत दगडी अगर विटांची जुनी इमारत असल्यास, तींतील उंच जागीं असलेले झिजलेले दगड किंवा विटा हीं दाखवावीं. हीं कशानें झिजलीं?—गंजलेल्या लोखंडाप्रमाणें त्यांवरही हवेचें कार्य होत असावें.—बरोबर.

५. नदीवरील पाठांतील मुख्य मुख्य गोष्टी विचारून नद्या जमिनीचा वरचा भाग धुपवितात, व त्यामुळें जमिनींत उंच सखल भाग बनतात, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

६. पाठाचा इतका भाग होण्यापूर्वीच बर्फाच्या मिश्रणांत ठेविलेल्या कुपींतील पाण्याचें बर्फ होऊन तें कुपी फोडील. मुलांस फुटलेली कुपी व आंतील बर्फ दाखवावें. कुपी कां फुटली असावी? दुसरी एक कुपी घेऊन तींत पिठासारखा मऊ पदार्थ खचून खचून भरण्याचा प्रयत्न करावा. अखेर कुपी फुटेल. ती कां फुटली?—पदार्थास कुपींत राहण्यास पुरेशी जागा मिळतनाशी होतांच कुपी फुटली.—मग पहिली कुपी कां फुटली असावी? पाण्याचें बर्फ होतांना त्यास पूर्वीपेक्षां जास्त जागा लागते, तितकी कुपींत न मिळाल्यामुळें त कुपी फोडून जोरानें बाहेर पडतें हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें. पावसाचें पाणी खडकांच्या भेगांत सांठतें. तेथें तें थंडीच्या दिवसांत थिजून त्याचें बर्फ बनतें. त्यावेळीं त्यास पुरेशी जागा मिळाली नाहीं ह्मणजे तें खडक फोडितें. अशा रीतीनें जमीन फुटून तिला उंचसखलपणा येतो. फळ्यावर आकृति काढून ही गोष्ट स्पष्ट करावी, [आकृति १२ पहा.] व खडक फोडण्याकरितां उडविलेल्या सुरुंगाशीं तिची तुलना करावी.

७. मुलांनो, जमिनीचा पृष्ठभाग उंचसखल होण्याचीं व डोंगर, टेकड्या वगैरे बनण्याचीं तुह्माला कोणकोणतीं कारणें एथवर समजलीं ?—पृथ्वीच्या अंगचीं उष्णता कमी कमी होऊन तिचें वरचें कवच—जमीन—निवणें, पाऊस, बर्फ, वारे, हवा व नद्या.—पहिलें कारण सोडिलें तर बाकीच्या कारणांनीं जमिनीवर सतत काय प्रकार चाललेला दिसतो ?—मऊ खडक (यांत माती, मुरूम यांच्या थरांचाही समावेश केला आहे.) कठीण खडकांपेक्षां लवकर झिजून, धुपून, फुटून जातात.—ह्याचा परिणाम काय होतो ?—धुपून व फुटून गेलेल्या भागीं मोठाले खोलवे व न धुपलेल्या न फुटलेल्या भागीं मोठाले उंचवटे अशी जमिनीची स्थिति बनते.—बरोबर. आपण त्या उंचवट्यांस टेकड्या व त्या फार मोठ्या असल्यास त्यांस डोंगर असें म्हणतों. पण जमिनीच्या फुटून व धुपून खोलगट बनलेल्या भागांस काय म्हणतों तें तुम्हास माहीत आहे काय ? मी सांगतों. दोन टेकड्यांमधील किंवा डोंगरांमधील खोलगट भाग उतरता व अरुंद असतो त्याला खिंड म्हणतात, आणि खोलगट भाग सपाट व फार विस्तृत असला म्हणजे त्यास खोरें म्हणतात. ह्या मातीच्या प्रतिमेंत खिंडी व खोरीं दाखवा. तशींच ह्या मुंबई इलाख्याच्या नकाशावरही तीं दाखवा.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. जमिनीचा पृष्ठभाग धुपण्याचीं व फुटण्याचीं कारणें:—पाऊस, बर्फ, वारे, हवा, नद्या.

२. मऊ खडक (जमिनीचे थर) अगोदर फुटतात.

३. त्यामुळें टेकड्या व डोंगर, खिंडी आणि खोरीं बनतात.

पाठ अठ्ठाविसावा.

पर्वत.

पाठाचें साहित्य.—गांवाभोंवतालच्या प्रदेशाची त्यांतील टेकड्या दाखविलेली प्रतिमा, मुंबई इलाख्याची प्रतिमा, मुंबई इलाख्याचा नकाशा, फूटपट्टी, पाणी शिंपण्याची झारी व पाणी.

मुलांनीं प्रत्यक्ष पर्वत क्वचितच पाहिलेला असतो. त्यांनीं डोंगर पाहिलेले असतात त्यांवरून त्यांस पर्वताविषयीं कल्पना आणून द्यावयाची असते, ही गोष्ट ह्या पाठ देतांना लक्षांत असावी.

मुलांनो, आपल्या गांवाभोंवतालच्या टेकड्या तुम्ही पाहिल्याच आहेत. त्यांचीं नांवें माहीत असल्यास सांगा. या सर्वांत उंच कोणती? ही टेकड्यांची प्रतिमा पाहून सांगा. ही उंच टेकडी चढून जावयाला आपल्याला किती वेळ लागेल, आणि आपण किती दमून जाऊं हें तुम्हाला माहीतच आहे! कल्पना करा, ह्या उंच टेकडीच्या पांचपट, सहापट, किंबहुना वीस पंचवीसपट उंच एखादा डोंगर असला, तर तो चढून जाण्याला आपल्याला किती वेळ लागेल, किती त्रास पडेल, व आपण किती बरें थकून जाऊं! कांहीं डोंगर तर आपल्या जवळच्या सर्वांत उंच असलेल्या टेकडीच्या शें दीडशें पट उंचीचे आहेत. मुलांनो, आपण बाहेर फिरावयास गेलों होतों, तेव्हां तुम्ही खिंडी, खोरीं, टेकड्या व डोंगर पाहिलेत. खिंडी व डोंगर ह्यांत झाडीसंबंधानें तुम्हाला काय फरक दिसून आला?—खिंडींत व खालीं खोऱ्यांत झाडी पुष्कळ असते. डोंगरावर झाडी कमी, व कित्येक डोंगर तर अगदीं साफ उघडे असतात.—बरोबर. डोंगरांच्या उतारांवरील माती दरसाल धुपून जाते, ह्यामुळें तेथें झाडें बहुधा होत नाहींत, व झालींच तर मोडून पडून जातात. डोंगरांच्या माथ्यांवर बहुधा कठीण काळा फत्तर असतो, ह्यामुळें तेथेंही झाडें होऊं शकत नाहींत. तरी जेथें मऊ माती व आधार मिळतो तेथें डोंगरांच्या उतारांवर व माथ्यांवरही झाडें होतात. बरें, हें मोठ्या

झाडांबद्दल झालें. झुडपांबद्दल तुम्हाला काय आढळलें?—झुडपें खिंडींत पुष्कळ असतात, डोंगरांच्या उतारांवर त्याहून कमी व डोंगरमाथ्यांवर तर अगदींच कमी असतात.—बरोबर. असें होण्याचें कारणही वर झाडांसंबंधानें सांगितलें तेंच होय. मुलांनो, ही मुंबई इलाख्याची प्रतिमा पहा. ह्यांत तुम्हाला डोंगर कोठें कोठें दिसतात ते दाखवा. ह्या आपल्या गांवाभोंवतालच्या प्रदेशाच्या प्रतिमेंतील डोंगरांत आणि मुंबई इलाख्याच्या प्रतिमेंतील डोंगरांत तुम्हाला कांहीं फरक आढळतो काय?—मुंबई इलाख्याच्या प्रतिमेंतील हे दोन डोंगर फारच उंच आहेत, शिवाय हे डोंगर किती तरी लांबच लांब आहेत. जणूं कांहीं हे दोन डोंगर म्हणजे मुंबई इलाख्यांत अतिशय उंचच उंच अशा दोन भिंतीच बनल्या आहेत!—मुलांनो, ह्या डोंगरांना पर्वत म्हणतात. ह्या दक्षिणोत्तर पसरलेल्या पर्वताचें नांव सह्याद्रि. अद्रि म्हणजे पर्वत, आणि सह्य हें त्या पर्वताचें नांव. ह्या पूर्वपश्चिम पसरलेल्या पर्वताचें नांव सातपुडा. सात पुडांनीं झालेला तो सातपुडा. ह्या लहानशा प्रतिमेंत ह्या पर्वतांचें खरें खरें स्वरूप आपल्याला चांगलें दिसत नाहीं. हे पर्वत म्हणजे एकास एक लागलेल्या अनेक डोंगरांच्या ओळीच होत. बरें, तुम्ही पर्वत कशाला म्हणाल सांगा पाहूं?—एकास एक लागलेल्या व फार उंच अशा पुष्कळ डोंगरांची लांबच लांब ओळ असली म्हणजे तिला पर्वत म्हणतात.—बरोबर. पर्वतांविषयीं आणखी कोणत्या गोष्टी तुम्ही सांगूं शकाल?—पर्वत फार उंच असतात, त्यांच्या माथ्यांवर व उतरणींवर झाडें फारच कमी असतात. झुडपें मात्र बऱ्याच ठिकाणीं असतात.—पर्वत फार उंच असतात. सह्याद्रीची उंची सुमारें ५००० फूट आहे. अशा उंच ठिकाणीं पडलेल्या पावसाच्या पाण्याचें काय होत असेल?—पुष्कळ पाणी उतारांवरून व खिंडींतून खालीं वाहत येतें व त्याच्या नद्या बनतात. कांहीं पाणी पर्वतांत मुरतें त्यापासून झरे उत्पन्न होतात. कांहीं नद्या ह्या झऱ्यांपासूनच निघालेल्या असतात.—बरोबर.

ह्या प्रतिमेंत कृष्णा व गोदावरि ह्या नद्या पहा. ह्या अशा प्रकारच्या झऱ्यांपासून निघाल्या आहेत. मुंबई इलाख्याचा नकाशा दाखवावा. नकाशांत पर्वत व डोंगर कसे काढिलेले असतात तें मुलांस दाखवावें व नकाशावर पर्वत दाखवून घ्यावे. दोन्ही प्रतिमांतील नद्यांत पाणी ओतून त्या प्रत्यक्ष वाहताहेत अशा दाखवाव्या. मुलांनो, पर्वतांविषयीं महत्त्वाच्या व चमत्कारीक अशा आणखी किती तरी गोष्टी आहेत. पण त्या आज तुम्हाला समजण्यासारख्या नाहींत. तुम्ही वरच्या इयत्तांत गेल्यावर त्या तुम्हाला समजतील.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. फार उंच डोंगरांची लांबच लांब ओळ असते तिला पर्वत म्हणतात.

२. पर्वतांच्या माथ्यांवर व उतरणींवर झुडपें कमी असतात, व झाडें तर फारच कमी असतात.

३. मुंबई इलाख्यांत सह्याद्रि व सातपुडा हे दोन उंच पर्वत आहेत.

४. सह्याद्रीची उंची सुमारें ५००० फूट आहे.

५. पर्वतांपासून नद्या व झरे निघतात.

पाठ एकोणतिसावा.

जमीन व समुद्र.

पाठाचें साहित्य.—गोल, पृथ्वीचा नकाशा, लाकडी फळी, चिखल, पाणी व पाणी शिंपण्याची झारी.

१. सर्व नद्या समुद्रास मिळतात.—पदार्थपाठमाला गुच्छ पहिला यांतील सव्विसाव्या पाठाची प्रथम थोडक्यांत उजळणी करावी. फळीवर मातीची प्रतिमा करावी. मातीचा थर कमजास्त उंचीचा देऊन टेकड्या, डोंगर, पर्वत, खिंडी, नद्या इत्यादि

सर्व प्रकार प्रतिमेंत दाखवावे. प्रतिमेचे कांठ बरेच उंच करावे, म्हणजे तींत ओतलेलें पाणी बाहेर वाहून जाणार नाहीं. प्रतिमा मुलांदेखत व त्यांच्या मदतीनें करावी, आणि ती पूर्ण झाल्यावर एका मुलाकडून तिजवर झारीनें पाणी ओतवावें. पृथ्वीचा पृष्ठ-भाग उंचसखल असतो, त्याचा सखल भाग पाण्यांत बुडालेला असतो व उंच भाग कोरडा असतो, कोरडा भाग ती जमीन व पाण्यांत बुडालेला भाग तो समुद्र, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घेऊन, प्रतिमेंत त्या दाखवून घ्याव्या. सर्व नद्या अखेर समुद्रास मिळतात, समुद्र म्हणजे पृथ्वीवरील मोठा थोरला पाण्यांत बुडा-लेला खोलगट प्रदेश, ह्या गोष्टी मुलांस माहीत असतातच, त्या त्यांजकडून काढून घ्याव्या. मुलांनीं समुद्र पाहिला असल्यास तो सपाट दिसतो, व इतका लांबवर पसरलेला असतो कीं आका-शाची कड त्याला टेकल्यासारखी दिसते, ह्या गोष्टींचें त्यांस स्मरण द्यावें.

२. पृथ्वी गोलाकार आहे. हें मुलांस दुसऱ्या इयत्तेंत 'दिवस व रात्र' या पाठांत माहीत झालेलेंच असतें. मुलांस पृथ्वीचा गोल [अगर पृथ्वीचा नकाशा] दाखवून त्याजवरील जमीन व पाणी हीं दाखवावीं. एकंदरींत जमीन फार थोडी असून पाणी पुष्कळ आहे, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. मुलांनो, पाण्यानें आच्छादिलेला पृथ्वीचा पृष्ठभाग म्हणजे समुद्र, कोरड्या जमिनीच्या तिप्पट आहे. मुलांस बरोबर कल्पना येण्याकरितां फळ्यावर एकांत एक दोन चौरस काढून ही गोष्ट स्पष्ट करावी.

३. मुलांनो, हा गोल व नकाशा पहा. ह्यांत तुम्हाला जमि-नीचे भाग किती दिसतात?—तीन मोठे भाग असून आणखी लहान लहान तुकडे किती तरी आहेत.—बरोबर. या तीन भागांत सगळ्यांत मोठा कोणता? सगळ्यांत लहान कोणता?

४. बरें, आतां ह्यांत पाणी दिसतें आहे त्याचेही असेच तुकडे तुकडे दिसतात काय?—नाहीं. बहुतेक सर्व पाणी एकच आहे, व त्यानें जमिनीच्या तुकड्यांस वेढे दिले आहेत. तरी कांहीं लहान

लहान भाग जमिनींत मध्येंच असलेले आढळतात.—मुलांकडून ह्या गोष्टी गोलावर व नकाशावर दाखवून घ्याव्या.

फळ्यावरील टिप्पण.

१. सर्व नद्या शेवटीं समुद्रास मिळतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा सखल प्रदेश पाण्यानें आच्छादिलेला आहे; तोच समुद्र.

२. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर तीन भाग समुद्र व एक भाग कोरडी जमीन आहे.

३. जमिनीचे तीन मोठाले भाग असून लहान लहान भाग अनेक आहेत.

४. सर्व पाणी (समुद्र) बहुतेक एकत्र आहे; तुटक नाहीं.

पाठ तिसावा.

वनस्पतींचीं जीवनेंद्रियें.

पाठाचें साहित्य.—मुळा किंवा बटाटा, मातीचें ढेंपूळ, खडू, चुनखडी, दगड, फुलें न आलेलीं, फुलें आलेलीं व फुलें येऊन शेंगा धरलेलीं कुंडींत लाविलेलीं वालाचीं झाडें (अगर अशाच प्रकारचीं दुसरीं कसलीं तरी झाडें), मोड आलेले व थोडेसे रुजलेले वाल अगर दुसरे दाणे व पाणी.

१. वनस्पति.

मुलांनो, पूर्वीं एका पाठांत (बालशिक्षण भाग दुसरा, पाठ चौदावा पहा.) मुळा व मातीचें ढेपूळ ह्यांमधील भेद तुम्हाला दाखविला होता. तीं दोन्ही आपण जमिनींतूनच खणून काढितों, तरी तीं अगदीं भिन्न आहेत. माती, दगड, चुनखडी इत्यादि पदार्थांस आपण काय ह्मणतों?—खनिज.—मुळा, बटाटा, गाजर ह्यांसही खनिज कां ह्मणूं नये?—मुळा, बटाटा, वगैरे जमिनींत वाढतात व ते सजीव पदार्थ आहेत; चुनखडी, दगड वगैरे खनिज पदार्थ सजीव नसतात.—बरोबर. जीं जमिनींत उगवतात, वाढतात

व ज्यांस जीव असतो, त्यांना आपण काय नांव देतों?–झाडें.–बरोबर. झाडांनाच वनस्पति असें दुसरें नांव आहे.

२. वनस्पतीचे अवयव अथवा इंद्रियें.

हा खडूचा गोळा किंवा हें मातीचें ढेपूळ फोडिलें, तर त्यांचे हे सर्व तुकडे सारखेच दिसतात. पण झाडें किंवा वनस्पति ह्यांचें असें नसतें. हें कुंडींतलें झाड पहा. ह्याचे निरनिराळे अवयव तुह्मास माहीतच आहेत. त्यांचीं नांवें सांगा.—मूळ, खोड, खांद्या, व पानें.—बरोबर. मुलांनो, हें ह्या दुसऱ्या कुंडींत आणखी एक झाड आहे. ह्याचे तुह्माला कोणकोणते भाग दिसतात?–मूळ, खोड, खांद्या, पानें व फुलें.–पहिल्या झाडामध्यें तुह्माला वनस्पतीच्या अवयवांपैकीं काय दिसलें नव्हतें?–फुलें.–ह्या दुसऱ्या झाडांमध्यें दिसत नाहींत असे वनस्पतीचे आणखी कांहीं अवयव तुह्माला माहीत आहेत काय?–होय. फळें व बीं.–बरोबर. मुलांनो, मघां तुह्मी खोड व खांद्या असे दोन निरनिराळे भाग सांगितले. पण वस्तुतः ते निरनिराळे दोन अवयव नाहींत; तर खांद्या हे खोडाचे भाग समजावयाचे. मधील सोट व खांद्या मिळून खोड समजावयाचें. असो तर मग वनस्पतीचे एकंदर मुख्य अवयव कोणते?–मूळ, खोड, पान, फूल, फळ व बीं.–बरोबर. आपल्या शरीराचे जसे अनेक अवयव आहेत, व त्या अवयवांस जसें वेगवेगळ्या प्रकारचें काम करावयाचें असतें, तसेंच वनस्पतीचेंही आहे. वनस्पतीच्या ह्या भागांनाही निरनिराळीं कामें करावयाचीं असतात, ह्मणून त्यांना **वनस्पतीचीं इंद्रियें** असें ह्मणतात. तुह्मी वनस्पतीच्या इंद्रियांचीं नांवें सांगा. मी तीं फळ्यावर लिहितों.

३. वनस्पतीचीं जीवनेंद्रियें.

हें चार पांच दिवसांपूर्वी कुंडींत लाविलेलें वालाचें छोटें झाड पहा. हें हळूच उपटितों. ह्याचे कोणकोणते भाग किंवा इंद्रियें तुह्माला दिसतात?–मूळ, खोड व पानें.—बरोबर. वनस्पतीचीं हीं तीन इंद्रियें अत्यंत महत्त्वाचीं आहेत. झाड उगवूं लागतांच त्याचे हे तीन भाग वाढूं लागून स्पष्ट दिसूं लागतात, आणि जोंपर्यंत

झाड जिवंत असतें, तोंपर्यंत त्याचे हे तिन्ही अवयव शाबूत असावे लागतात. ह्या तीन अवयवांशिवाय झाड जगूं शकणार नाहीं. झाडाचीं मुळें दुखविल्यास तें झाड लवकरच मरतें. खोडावांचून झाड असणेंच नाहीं, त्याचा थोडा तरी भाग अवश्य पाहिजेच. पानांचीही तितकीच आवश्यकता आहे. कांहीं मुदतींत कित्येक झाडांचीं पानें पिकून गळतात व झाडें अगदीं भुंडीं दिसतात, परंतु त्याच वेळीं त्यांस नवे कोंब फुटत असतात. ह्या सर्व गोष्टी मुलांच्या लक्ष्यांत आणून देऊन, मूळ, खोड व पानें ह्या तीन इंद्रियांचें महत्त्व त्यांस नीट समजावून द्यावें. मुलांनो, ह्या तीन इंद्रियांशिवाय वनस्पति जगूं शकत नाहींत, ह्मणजे त्यांच्या जगण्यास हीं तीन इंद्रियें अवश्य लागतात, ह्मणून ह्यांस तशा अर्थाचें एक नांव दिलेलें आहे. ह्यांस **वनस्पतीचीं जीवनेंद्रियें** असें ह्मणतात. जीवन ह्मणजे जगणें. जीवनेंद्रियें ह्मणजे जगण्यास अवश्य लागणारीं इंद्रियें. हीं इंद्रियें वनस्पतींस वाढवितात, त्यांस भक्ष्य पोंचवितात व त्यांस टवटवीत राखितात. बरें, वनस्पतीचीं आणखी इंद्रियें कोणतीं राहिलीं?—फूल, फळ व बीं.—बरोबर.

हीं झाडें पहा. ह्यांजवर फुलें आहेत काय?–नाहींत.—पुष्कळ झाडांस कांहीं नियमित वेळींच फुलें येतात, व कित्येक झाडांस बरींच वर्षें फुलें येत नाहींत, तरी तीं झाडें जगूं शकतात, तसेंच, फुलें तोडिल्यानें झाडें सुकत किंवा कोमेजत नाहींत, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या, आणि झाडांच्या जगण्याशीं फुलांचा कांहीं संबंध नाहीं, हें त्यांच्या लक्षांत आणून द्यावें. कुंडींत लाविलेलें हें वालाचें मोठें झाड पहा. ह्यावर फुलें आलेलीं आहेत. व हीं कांहीं फुलें सुकलीं आहेत. ह्या सुकलेल्या फुलांत काय दिसतें?–बारीक हिरव्या शेंगा.—ह्या मोठाल्या शेंगा पहा. ह्यांच्या डेंखांशीं काय आहे?–सुकलेल्या फुलाच्या गळण्याच्या बेतांत आलेल्या पांकळ्या.–आतां ह्या शेंगा पिकल्या ह्मणजे काय होईल?—त्यांतून वालाचे तयार झालेले दाणे निघतील.—तर मग फुलापासून काय होत असतें?—फळ.—आणि फळापासून?—बीं.—बिं-

यापासून ?—नवें झाड.—बरोबर. ह्यावरून फूल, फळ व बीं ह्या इंद्रियांचा वनस्पतीच्या जगण्याशीं जरी संबंध नाहीं, तरी त्यांपासून एक महत्त्वाची कामगिरी बजाविली जाते. ती कोणती बरें ?—नवीन वनस्पति उत्पन्न करण्याची.—यास्तव ह्या इंद्रियांस त्याच अर्थाचें एक नांव देतात. त्यांस वनस्पतीचीं उत्पादक इंद्रियें असें ह्मणतात. उत्पादक ह्मणजे उत्पन्न करणारीं. वनस्पतीच्या इंद्रियांचे कोणते दोन प्रकार तुह्माला समजले ?—जीवनेंद्रियें व उत्पादक इंद्रियें.—जीवनेंद्रियें कोणतीं ? कां ? उत्पादक इंद्रियें कोणतीं ? कां ? जीवनेंद्रियें कोणकोणती कामगिरी कसकशी बजावितात त्याचा विचार आपण पुढल्या पाठांत करूं.

फळ्यावरील टिप्पण.

वनस्पतीचीं इंद्रियें.

मूळ, खोड, पानें, फुलें, फळें व बीं.

जीवनेंद्रियें.	**उत्पादक इंद्रियें.**
मूळ, खोड व पानें.	फुलें, फळें व बीं.

पाठ एकतिसावा.

वनस्पतीच्या जीवनेंद्रियांचीं कामें.

पाठाचें साहित्य.—कुंडींत लाविलेलीं वालाचीं झाडें, पाण्याचें भांडें, मुळा किंवा गाजर वरील झाडासह, ओलें गवत मुळांसह, स्पंज, चाकू, ताजी तोडून आणिलेली वडाची किंवा उंबराची खांदी, पिंपळाचीं पानें आणि मिळाल्यास सूक्ष्मदर्शक काच.

१. मूळ.

प्रथम मागील पाठाची व बालशिक्षण भाग दुसरा, पाठ बावीसावा व तेवीसावा यांतील अवश्य गोष्टींची उजळणी करावी. मुलांनो, ह्या कुंडींतल्या वालाच्या झाडांपैकीं एक झाड उपटून त्याचें बूड पाण्यांत बुडवून आघळतों. आतां पहा ह्याचीं मुळें

तुह्माला स्वच्छ दिसतील. मुळें कशीं वाढतात ?—जमि-नींत खालीं खालीं वाढत जाऊन पसरतात.—ह्या झाडाचीं मुळें कशीं वाढलीं आहेत सांगा पाहूं ?—एक मुख्य जाडें मूळ असून तें खालीं निमूळतें होत गेलें आहे, व त्यास सभोंवतीं सुताप्रमाणें बारीक मुळें फुटलीं आहेत.—बरोबर. मधल्या निमूळत्या जाड्या मुळास धरणमूळ असें नांव आहे. बारक्या मुळांस मुळाचे तंतु ह्मटलें तरी चालेल. कांहीं झाडांस मोठें व रसभरित धरणमूळ असून त्यास बारीक तंतु फारसे नसतात. उन्हाळ्यांत जमीन कोरडी ठाक पडली, तरी अशा झाडांचें मुळांत सांठलेल्या रसावर पोषण होतें व तीं जिवंत राहतात. अशा प्रकारचीं कांहीं झाडें सांगा.—मुळा, गाजर, वगैरे.—अशीं झाडें बहुतकरून दोन किंवा कांहीं अधिक वर्षें वांचतात, कित्येक झाडांस धरणमूळ नसतें; त्यांच्या खोडांसच तंतुमय मुळें फुटलेलीं असतात व तीं जमिनींत पसरतात. अशा प्रकारचीं कांहीं झाडें सांगा.—गवत व धान्यें वगैरे.—या झाडांचें आयुष्य एक वर्षावर नसतें. अर्थात त्यांस मुळांत रस सांठवून ठेवण्याची गरज नसते, व ह्या झाडांचा विस्तारही फारसा नसतो, ह्मणून त्यांस जाड्या व बळकट मुळांची गरज नसते, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. वृक्ष व झुडपें ह्यांचीं मुळें कशीं असतात ?—त्यांस धरणमूळ असून त्यास पुष्कळ तंतुमय फाटे असतात.—बरोबर. वृक्ष व झुडपें यांचा विस्तार फार मोठा असतो, व त्यांस तोलून धरण्यास जाड व बळकट मुळांची गरज असते, ह्मणून वृक्षांच्या मुळांचे फांटेही खूब जाडे असून त्यांस आणखी फांटे फुटलेले असतात. हीं झाडें व झुडपें पुष्कळ वर्षें वांचतात. त्यांपैकीं कांहींचीं नांवें सांगा. मुळांचा झाडास मुख्य उपयोग कोणता ?—मुळें झाडास जमिनींत गच्च धरून ठेवितात व त्यास जमिनींतून भक्ष्य पोंचवितात.—बरोबर. मुख्य मुळास सुताप्रमाणें बारीक तंतु फुटलेले असतात, व त्यांतून जमिनींतील अन्न मुख्य मुळांत यावयाचें असतें, यावरून तें अन्न कसें असलें पाहिजे ?—पातळ; पाण्यासारखें.—मुळाच्या तंतूंचीं शेवटें स्पंजा-

सारखीं असतात. तीं खनिज पदार्थ विरघळलेलें पाणी शोषून घेतात. तो पातळ रस तंतूंतून मुख्य मुळांत व तेथून वर झाडांत पसरतो व अशा रीतीनें झाडाचें पोषण होतें. झाडें पावसाळ्यांत टवटवीत कां राहतात? झाडांच्या मुळांशीं उन्हाळ्यांत पाणी कां घालावें लागतें? झाडांच्या मुळांसभोंवतीं नेहमीं माती असतेच. मग त्यांस उन्हाळ्यांत आपलें भक्ष्य कां घेतां येत नाहीं? मातींतले आणखी कोणते पदार्थ झाडांस मिळतात? ते त्यांस कसे मिळतात? विरघळणें ह्मणजे काय? इत्यादि प्रश्नांचीं उत्तरें मुलांकडून घेऊन मुळांचें मुख्य काम काय व तें कसें होत असतें हें मुलांस नीट समजावून द्यावें.

२. खोड.

खोड ह्मणजे काय तें विचारावें. मधला सोंट व त्यांस फुटलेल्या खांद्या मिळून सर्व तें खोड समजावयाचें. खोडाचे अनेक प्रकार असतात, हें मुलांकडून काढून घेऊन त्यांचीं उदाहरणें विचारावीं. फांद्या फुटणारीं, जमिनी खालचीं व जमिनीवरचीं, वृक्ष व झुडपें यांच्यासारखीं, वेली व त्यांचे प्रकार यांच्या सारखीं, गवतें व धान्यें यांच्यासारखीं, असे खोडांचे अनेक प्रकार असतात. तरी त्या सर्व प्रकारच्या खोडांचा झाडांस उपयोग एक सारखाच असतो. ह्या गोष्टी प्रश्नोत्तररूपानें काढून घ्याव्या.

वड, उंबर यांसारख्या एखाद्या झाडाची खांदी तोडून आणावी. चाकूनें तिच्या वरची थोडी साल तासावी. तेथून पांढरा चीक निघेल, त्याकडे मुलांचें लक्ष पोंचवावें. हें पांढरें काय दिसत आहे? —चीक.—हा पदार्थ बहुतकरून चिकट असतो ह्मणून आपण त्यास चीक ह्मणतों. हा झाडाच्या अंगांतला काय असावा?—रस.— ह्याचें आपल्या अंगांतल्या कोणत्या पदार्थाशीं साम्य आहे?— रक्ताशीं.—बरोबर. आपण खाल्लेल्या अन्नाचें पुढें जसें रक्त बनतें, त्याप्रमाणें मुळांच्या स्पंजासारख्या शेवटांनीं जमिनींतून शोषण करून घेतलेल्या पाण्यापासून हा चीक किंवा रस बनतो. मुळांनीं शोषून घेतलेल्या पाण्यांत काय असतें?—खनिज-

पदार्थ.—मुळांनीं खनिजपदार्थमिश्रित रस शोषून घेतल्यावर तो मुळांपासून पानांपर्यंत नेऊन पोंचविणें व तो पानांपासून परत सर्व अवयवांस पोंचविणें हें खोडाचें काम होय. मुळांनीं शोषण केलेला रस पानांपर्यंत न गेला तर त्याचा झाडांस कांहींच उपयोग होणार नाहीं. साल तासल्यावर हा जो चीक गळला तो पानांपासून परत आलेला रस होय. आतां तो झाडाच्या उपयोगीं पडण्यास योग्य असा झालेला आहे. पानांपासून परत आलेल्या ह्या रसापासून लांकूड बनतें. ह्या रसानें दरसाल लांकडाचा एकेक थर बनतो, व अशा रीतीनें खोड जाडें जाडें होत जातें. लाकडाच्या थरासंबंधानें जास्त माहिती तुह्माला पुढें मिळेल. खोड काय काय कामें करितें ? खोड हा झाडाचा सांगाडा होय. खोडास पानें, फुलें, फळें येतात. मुळांनीं शोषण केलेला अन्नरस खोडांतून पानांपर्यंत जातो, व पानांपासून परत येऊन सर्व अवयवांस पोंचतो. ह्या रसापासूनच खोडाचे थर दरसाल वाढत जाऊन झाड मोठें व जाड होतें. ह्या सर्व गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

३. पानें.

पानांसंबंधानें पूर्वीं दिलेल्या पाठांतील माहिती प्रथम थोडक्यांत विचारावी व पानाचें डेंख, मुख्य पान, पानाची मधली जाडी शीर व तिचे फांटे, आणि बारीक शिरांचें जाळें ह्मणजे काय तें मुलांस माहीत आहे कीं नाहीं तें पाहावें. मुलांनो, पानांसंबंधानें एक मोठी विलक्षण गोष्ट मी तुह्माला सांगणार आहें. पानांच्या दोहों पृष्ठांवर हजारों बारीक भोंकें असतात व त्यांतही वरच्या पृष्ठापेक्षां खालच्या पृष्ठावर जास्त असतात. हें पिंपळाचें पान पहा. हें आपल्याला अगदीं सारखें व गुळगुळीत दिसत आहे. तरी त्याच्या दोहों पृष्ठांवर हजारों भोंकें आहेत, आपण आपल्या नाकपुड्यांनीं जसा श्वासोछ्वास करितों, ह्मणजे हवा आंत घेतों व पुन्हां बाहेर सोडितों त्याप्रमाणेंच पानें या सूक्ष्म छिद्रांवाटे हवा आंत घेऊन बाहेर सोडितात. ह्मणून त्या छिद्रांस पानांच्या किंवा झाडांच्या नाकपुड्या ह्मटल्या तरी चालेल. बरें, आतां आपण थोडे मागें

जाऊं. मुळें काय करितात ?—खनिजपदार्थमिश्रित पाणी शोषून घेतात.—त्याला आपण काय ह्मणतों ?—रस.—त्या रसाचें मग काय होतें ?—तो सोटांतून व खांद्यांतून पानांपर्यंत जातो.—बरोबर. मग तो रस पानांच्या देंखांतून मधल्या शिरेंत व नंतर शिरांच्या जाळ्यांतून सगळ्या पानांभर पसरतो. तेथें पानें सूक्ष्म छिद्रांवाटे जी हवा आंत घेतात तीपैकीं एक पदार्थ त्या रसांत मिसळतो, व नंतर तो रस झाडाच्या पोषणास उपयोगी असा बनतो. हवेपैकीं झाडांस जे पदार्थ नको असतात, ते पुन्हा पानें आपल्या छिद्रांवाटे बाहेर सोडितात. आपल्या नाकपुड्या जें काम करितात तेंच काम पानांचीं छिद्रें करीत असतात. ह्यांविषयीं तुह्माला जास्त माहिती पुढें मिळेल. मुळें जो खनिज रस शोषून घेतात, तो खोडावाटे पानांपर्यंत जातो, तेथें त्यांत हवेंतील पदार्थ मिसळून त्याचें रूपांतर होतें, व मग तो झाडांच्या उपयोगीं पडण्यास तयार होतो. त्यास आपण **वनस्पतीचा रस** असें ह्मणूं. ह्या रसानें वनस्पतीचें पोषण व वाढ हीं होतात. मुलांस ह्या सर्व गोष्टी नीट समजावून द्याव्या.

सूचना.—चांगल्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून झाडाच्या आंतर सालींतून व पानांतून रस वाहतांना दिसतो. सूक्ष्मदर्शक यंत्र मिळाल्यास मुलांस ही गोष्ट प्रत्यक्ष दाखवावी.

पाठ बत्तिसावा.

वनस्पतीचा रस व गर.

पाठाचें साहित्य.—तीळ, करडई इत्यादि तेल निघणारे पदार्थ; ऊंस, रताळें, गाजर, ताडी, माडी; रब्बर, डिंक, राळ, कापूर, लाख इत्यादि; कारव, वरू, वेत, सागाच्या अगर वडाच्या खांदीचा तुकडा; केळीचें कालें, साबूदाणे व चांगला चाकू. ताडी, माडी वगैरे कशी काढतात, तें पाठ देण्यापूर्वी मुलांस प्रत्यक्ष दाखवून ठेविलेलें असावें.

प्रथम मागील दोन पाठांची थोडक्यांत उजळणी करावी, व वनस्पतीचा रस म्हणजे काय, तो कोठून येतो, त्याचें पुढें काय होतें, हें विचारून घ्यावें.

झाड जमिनींत असतें. त्याच्या मुळांभोंवतीं सर्वत्र विपुल माती असून तींत अनेक खनिज द्रव्यें असतात. तरी झाड आपल्यास पाहिजे असेल तितकेंच पाणी व त्यांत मिश्रित झालेले माती आणि इतर खनिज पदार्थ घेतें. पुढें त्या रसावर हवेचें कार्य घडून व त्याचें रूपांतर होऊन तो रस वनस्पतीच्या उपयोगीं पडण्याजोगा होतो. ह्या सर्व गोष्टी तुम्हाला मागील पाठांत समजल्याच आहेत. मुळांपासून पानांपर्यंत गेलेल्या वनस्पतीच्या अन्नरसावर प्रकाशापासूनही कांहीं परिणाम घडावा लागतो. म्हणजे वनस्पतीच्या पोषणास प्रकाशाचीही गरज लागते. झाडांस प्रकाश कां लागतो, व त्यापासून त्यांच्या रसाचें कसें रूपांतर होतें, हें तुम्हाला पुढें समजेल. सावटांत झाडें चांगलीं होत नाहींत ह्याची मुलांस आठवण द्यावी. मुळांपासून निघालेला खनिजपदार्थमिश्रित रस खोडांतून पानांपर्यंत जाऊन त्याजवर हवा व प्रकाश यांचें कार्य घडून त्याचें रूपांतर होतें, व तो वनस्पतीच्या पोषणास अनेक रीतींनीं उपयोगी असा होतो. ह्या रसाचीं पुढें जीं अनेक रूपांतरें होतात, तीं आपल्या फार उपयोगीं पडतात.

कित्येक वनस्पतींच्या ह्या रसापासून तेल बनतें, व तें बहुधा त्यांच्या फळांत किंवा बियांत सांठतें. मुलांकडून उदाहरणें काढून घ्यावीं. तीळ, करडई वगैरे हातावर चुरून त्यांतील तेल दाखवावें.

कित्येक वनस्पतींचा रस फार गोड बनतो व तो मुळें किंवा खोड ह्यांत सांठतो. त्यांतील रस काढून तो आटविला तर त्याची साखर किंवा गूळ हीं बनतात. मुलांकडून ऊंस, शिंदी, बीट नांवाचीं मुळें इत्यादि उदाहरणें काढून घ्यावीं. रताळें, गाजर हीं गोड लागण्याचें कारण विचारावें.

कांहीं झाडांच्या खोडांची साल टोंचून भोंकें पाडिल्यास त्यांतून पातळ पांढरा रस वाहूं लागतो. ताडी, माडी, शिंदाडी

(शिंदीचा रस) इत्यादि उदाहरणें मुलांकडून काढून घ्यावीं. ह्यांपैकीं कांहीं झाडांतील रस हवेनें घट्ट होतो. उदाहरणें.—रब्बर, गटापर्चा इत्यादि. वनस्पतीच्या रसापासून होणारे आणखी पुष्कळ पदार्थ आहेत. कापूर, डिंक, राळ, लाख, टरपेंटाईन इत्यादि. मुलांकडून हे पदार्थ सांगवून घ्यावे, त्यांस ते दाखवावे, व त्यांची थोडक्यांत माहिती द्यावी.

वनस्पतीचा रस कसा बनतो, त्याचीं रूपांतरें कशीं होतात, आणि तो वनस्पतीस व आपल्यास कसा उपयोगीं पडतो, हें तुम्हाला समजलें. ह्याविषयीं जास्त माहिती तुम्हाला पुढें मिळेल. आतां वनस्पतीचा गर कशाला म्हणतात तें पाहूं.

कारव, पांढरा बरू, वेत, ऊंस आणि सागाच्या अगर दुसऱ्या एखाद्या झाडाच्या खांदीचा तुकडा ह्यांचे आडवे व उभे छेद घ्यावे. कारव व बरू ह्यांमध्यें मऊ गर भरलेला असतो, तो दाखवावा. ऊंस व वेत ह्यांमध्यें बरूप्रमाणें गर नसतो, तर त्यांत उभे पोकळ हीर असून त्यांच्या पोकळींत गर असतो, हें मुलांच्या लक्ष्यांत आणून द्यावें. सागाच्या किंवा दुसऱ्या झाडाच्या खांदीचे काप दाखवावे. त्यांतही उभे हीर असतात, पण त्यांमध्यें पोकळी नसते. आंत गरही फारसा दिसत नाहीं, तरी नीट पाहिल्यास अगदीं मध्यभागीं थोडासा गर असतो हें मुलांकडून काढून घ्यावें. मुलांनो, गरासंबंधानें वनस्पतींमध्यें हा असा फरक कां असतो, तें तुम्हाला पुढें समजेल. तरी आज तुम्हाला इतकें समजलें कीं, गरासंबंधानें विचार केला, तर वनस्पतींचे दोन प्रकार दिसतात. एक साग, वड इत्यादि झाडांसारखा, व दुसरा बरू, वेत, ऊंस ह्यांसारखा. मुलांनो, गराचा वनस्पतींना फार उपयोग आहे. हा बरूंतला गर व हें केळींतलें काळें पहा. ह्यांची आंतील रचना कशी दिसते?—नळ्यानळ्यांनीं झालेली.—बरोबर. मुळांपासून निघालेला रस पानांपर्यंत जातो, व तेथून परत आल्यावर सर्व खोडभर पसरतो, तो ह्या गरांतील नळ्यांवाटेच. जशा आपल्या अंगांतल्या शिरा व धमन्या, तशाच ह्या गरांतल्या नळ्या समजाव-

याच्या. असो. ह्या गरांपासून आपल्यासही पुष्कळ उपयोग आहे. केळीचें कालें तुम्हाला माहीतच आहे. त्याचें काय होतें?—त्याची भाजी होते. गरीब लोक तें वाळवून त्याच्या पिठाची भाकर करितात, किंवा तें उकडून खातात.—हें काय आहे?—साबूदाणे.—हे आपल्याला कोठून मिळतात? ताडाच्या जातीचें एक झाड आहे. त्याच्या पोटांत केळीच्या काल्याप्रमाणें जाडा गाभा असतो. त्यापासून हे तयार करितात. अर्थात साबूदाणे कशापासून होतात?—एका झाडाच्या गरापासून.—साबूदाण्याच्या झाडाची झावळी अगर झाडाचें चित्र मिळेल तर दाखवावें. साधेल तर प्रत्यक्ष झाडही दाखवावें.

वनस्पतींचा रस व गर ह्यांची इतकी माहिती तुम्हाला तूर्त पुरे. ह्यांविषयीं जास्त माहिती तुम्हाला पुढें मिळेल.

पाठ तेहतिसावा.

मांजर.

पाठाचें साहित्य.—मांजर, मांजराचें चित्र, दूध, मांजराचे कल्ले, बाहुल्या व दांतांची रचना दाखविण्याकरितां त्याच्या डोक्याच्या दोन आकृति, व तळवे आणि नख्या यांच्या आकृति. ह्या आकृतींचीं मोठालीं चित्रें नसल्यास फळ्यावर आकृति काढून ठेवाव्या.

१. उपोद्घात.

मांजर हें मुलांच्या खेळगड्यांपैकींच एक असून तें बहुधा प्रत्येक घरीं असतें. मांजराच्या संवयींविषयीं प्रथम थोडें संभाषण करावें. रात्रीं मांजर कोठें निजतें? दिवसा तें बहुधा कोठें पडून असतें? तें उन्हांत किंवा चुलीजवळ कां पडून राहतें? तें रागावतें काय? तें रागावलें ह्मणजे काय करतें? त्याला कांहीं पाहिजे असलें तर तें काय करितें?

२. भक्ष्य.

आपण पाळलेल्या मांजरास काय खावयास घालितों ? त्याला आपल्या घरांतला कोणता पदार्थ विशेष आवडतो ?–दूध.–अन्न व दूध यांखेरीज मांजरास काय आवडतें?—उंदीर व लहान पक्षी.— ते त्यास कसे मिळतात ?—मांजर त्यांस जिवंत पकडून मारून खातें.—उंदीर धरण्याकरितां त्याच्या बिळाशीं मांजर दबा धरून कसें गपचूप बसतें, व पक्षी धरण्याकरितां त्याच्या मागें कसें दबत दबत जातें, हें मुलांनीं बहुधा पाहिलेलें असतें. त्याची त्यांस आठवण द्यावी, व त्या वेळीं त्याची मुद्रा कशी बदलते तिचें वर्णन करवावें. त्याचा नेहमींचा गरीबपणा व खेळकरपणा जातो, त्याची मुद्रा रागीट व भयंकर दिसते, तें आपली शेपटी एकसारखें हालवीत असतें, व एकदम अचूक उडी मारण्याच्या तें अगदीं तयारींत असतें. उंदीर आटोक्यांत येतांच तें उडी मारून नेमकें त्यास पंजांत धरितें, व त्यास मारून फाडून खाऊन टाकितें. थोड्या वेळापूर्वी जें मांजर अगदीं गरीब, शांत व खेळकर दिसतें, तेंच उंदीर किंवा पक्षी धरतें तेव्हां कितीतरी रागीट, भयंकर, व क्रूर दिसतें, आणि जंगली जनावरांप्रमाणें गुरगुरत असतें ! ह्या सर्व गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या, व मांजराच्या ह्या वागणुकीवरून तें मुलांस पूर्वी माहिती दिलेल्या जनावरांहून भिन्न आहे, तें आपण घालतों तें अन्न व दूध खातेंपितें, तरी तें त्याचें खरें भक्ष्य नव्हे, तर तें मांसाहारी आहे, ह्या गोष्टी मुलांच्या लक्ष्यांत आणून द्याव्या. गवत, झाडपाला वगैरे खाणाऱ्या जनावरांपेक्षां मांसाहारी जनावरांची रचना अर्थातच भिन्न असली पाहिजे. यास्तव आपण मांजराच्या शरीररचनेचा विचार करूं.

३. मांजराची शरीररचना शिकार धरण्यास योग्य आहे.

१. डोळे.—उंदीर मुख्यत्वें बाहेर केव्हां हिंडतात ?—रात्रीं सर्व सामसूम झाल्याबर.–यावरून मांजराची शिकार धरण्याची मुख्य वेळ कोणती ?—रात्र.—आपण आपले उद्योग रात्रीं कां करीत नाहीं ?–रात्रीं दिव्यावांचून आपल्यास चांगलें दिसत नाहीं.–

मग मांजराजवळ दिवा असतो काय ?—नाहीं.—मग त्यास रात्रीं काळोखांत कसें दिसतें पाहूं. एका मुलास पुढें बोलावून त्याची डोळ्यांतील बाहुली सर्वांस दाखवावी. ती बाहुली ह्मणजे एक वाटोळी खिडकीच होय. तिच्यावाटे प्रकाश आंत जातो. प्रकाश बेताचा आंत गेला ह्मणजे चांगलें दिसतें. जास्त गेला तर डोळे दिपावतात व डोळे लागलेच मिटावे लागतात. प्रकाश कमी गेला, तर चांगलें दिसत नाहीं. एकदम उन्हांत गेलें, किंवा सूर्याकडे पाहिलें, तर काय होतें, व उन्हांतून एकदम घरांत गेलें ह्मणजे काय होतें, तें मुलांस विचारून घेऊन वरील सर्व गोष्टी समजावून द्याव्या. बाहुलीवर पडदा असतो, त्यानें प्रकाश आंत जाण्याचें भोंक पाहिजे तसें लहान मोठें होत असतें. अशीच सोय मांजराच्या डोळ्यांतही आहे. मांजराचें तोंड प्रकाशाकडे करून त्याची बाहुली मुलांस दाखवावी. ती केसासारखी बारीक व उभी दिसते. नंतर त्यास काळोखांत नेऊन त्याची बाहुली दाखवावी. या वेळीं ती मोठी व वाटोळी दिसेल. मांजराचें डोकें, डोळे व बाहुली यांच्या आकारांची आपलें डोकें, डोळे व बाहुली यांशीं तुलना करून, मांजराची बाहुली फार मोठी असल्यामुळें त्यास काळोखांत दिसतें, ही गोष्ट मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावी. मांजराचे डोळे रात्रीं काळोखांत शिकार करण्याजोगे आहेत.

२. कल्ले.—मांजराच्या तोंडाच्या दोहों बाजूंस दोन चट्टे असतात. त्यांजवर लव नसते; लांब व ताठ केस असतात. ते मुलांस दाखवावे. त्यांस काय ह्मणतात ?—मिशा किंवा कल्ले.—कल्ल्यांच्या शेवटांस हळूच स्पर्श करण्यास सांगावें, व कल्ल्यांना फार स्पर्शज्ञान असतें, हें मुलांस दाखवावें. अंधारांत पदार्थ चांचपण्यास, व रस्ता पाहण्यास ह्या कल्ल्यांचा मांजरास फार उपयोग होतो, हें मुलांच्या लक्षांत आणून देऊन, त्यांचाही मांजरास शिकार धरण्यास उपयोग आहे हें दाखवावें. कल्ल्यांसह डोकें ज्या फटींतून जातें, त्या फटींतून मांजराचें सर्व अंग सहज निघून जातें, ही गोष्ट विशेषतः मुलांस दाखवावी.

३. पाय.—उंदीर फार चपळ, भितरा व सावध असतो, अर्थात त्यास धरण्यास कांहींतरी चांगलें साधन मांजराजवळ असलें पाहिजे, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. मांजराचे पायांत मुख्य गुण कोणता पाहिजे?—उंदरांस चाहूल न लागण्याचा.—मांजराचें पाऊल उलटें धरून त्यास हात लावून पाहण्यास सांगावें. त्याच्या तळव्यांस मऊ गाद्या आहेत. ह्यामुळें मांजर चालतांना आवाज होत नाहीं, व त्याची चाहूल उंदरांस लागत नाहीं, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. प्रत्येक तळव्यास किती गाद्या आहेत ?—पुढच्या तळव्यांस सात व मागच्या तळव्यांस पांच.—बरोबर.

ह्या काठीवर मांजराचे पुढले दोन्ही पाय धरून त्यांस किंचित वर उचलितों. आतां त्याच्या पायांसंबंधानें तुह्मांला काय जास्त दिसतें ?–त्याच्या नख्या.–नख्या कशा आहेत ?–बळकट, बांकदार व अणकुचीदार.—मांजर जेव्हां स्वस्थ पडून राहतें, किंवा खेळत असतें, तेव्हां तें ह्या नख्या आंत ओढून घेतें; पण जेव्हां तें रागावतें किंवा आपली शिकार धरितें तेव्हां तें ह्या नख्या बाहेर काढितें. तरवारीच्या म्यानाप्रमाणें ह्या नख्यांस आच्छादनाची सोय असते. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. नख्यांचा मांजरास मुख्य उपयोग कोणता ?—शिकार गच्च धरण्यास, ती फाडण्यास, झाडावर किंवा इतर ठिकाणीं चढतांना भिंत, झाड वगैरेस धरण्यास इत्यादि कामीं मांजरास नख्यांचा उपयोग होतो.–बरोबर. नखें फार वाढल्यास आपण काय करितों ?–तीं न्हाव्याकडून काढवितों.—मांजराच्या नख्या लांब वाढल्या तर तें काय करितें?–झाडास, दगडास वगैरे ओरबाडून त्या झिजवितें.–बरोबर.

४. डोकें.—मांजराचें डोकें वाटोळें, मुसकट आंखूड पण रुंद, व जबडा बळकट असतो. मांजरापुढें भाकरीचा तुकडा टाकून तो त्यास खाऊं द्यावा. खातांना खालचा जबडा फक्त वरखालीं हालतो; आपल्याप्रमाणें वरखालीं हालून शिवाय डावीउजवीकडे हालत नाहीं. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

५. दांत.—दांत टोंकदार व तीक्ष्ण. त्यांचा उपयोग काय असावा?—तुकडे करण्यास व उंदीर वगैरे गच्च धरण्यास.—दांतांची रचना कशी आहे ?—पुढच्या बाजूस सहा लहान तीक्ष्ण दांत, त्यांच्या मागें चार मोठे, अणीदार व तीक्ष्ण दांत, व त्यांच्या मागें प्रत्येक जाबाडांत दोहों बाजूंस चार चार अणीदार दाढा आहेत.—मांजराचा जबडा फक्त वरखालीं हालतो, व त्याचे दांत आणि दाढा जिवंत भक्ष्य गच्च धरण्यास व मांस फाडून त्याचे बारीक तुकडे करण्यास सोईचे असे केलेले आहेत; अन्न चघळण्यास किंवा रवंथ करण्यास उपयोगीं पडण्यासारखे केलेले नाहींत, ही गोष्ट मुलांस चांगली समजावून द्यावी. मांजराचें तोंड उघडून दांतांची रचना दाखविणें सोईचें नाहीं; व पुष्कळ अंशीं निर्भयही नाहीं. याकरितां दांतांची रचना मोठ्या चित्रावरून किंवा फळ्यावर काढिलेल्या आकृतीवरून समजावून द्यावी. [आकृति १२ पहा.]

६. जीभ.—एका मुलाच्या हातावर थोडें दूध घालून तें मांजराकडून चाटवावें. मांजराची जीभ हाताला कशी लागली ?—खरखरीत.—मांजर हात चाटीत असतां जीभ पाहण्यास सांगून तिजवर बारीक कांटे मागें वळलेले असतात ते दाखवावे. मांजरानें उंदीर खाऊन त्याचें हाड टाकून दिलेलें कोणीं पाहिलें आहे काय? त्याजवरील सर्व मांस अगदीं साफ काढून घेण्यास मांजरास जिभेवरील कांट्यांचा फार उपयोग होतो, हें मुलांकडून काढून घ्यावें.

७. शेपूट.—मांजराचें शेपूट पाहण्यास सांगावें. मांजराच्या आकारमानावरून पाहतां शेपूट बरेंच मोठें आहे. मांजराच्या शेपटीची हालचाल कोणाच्या लक्षांत आहे काय ?—मांजर मनुष्याच्या शेजारीं आलें कीं आपली शेपटी माणसाच्या अंगास घांशितें.—अशी शेपटी घांसून मांजर काय दाखवितें ?—लाडीकपणा व खेळकरपणा.—मांजराची शेपटी खालीं पडलेली असते, ही तिची स्वाभाविक स्थिति. मांजर दबा धरून बसतें तेव्हां त्याच्या शेपटीचा शेंडा एकसारखा हालत असतो, केव्हां केव्हां शेपटी ताठ उभी राहते, ह्या दोन्ही स्थिति मांजर खुशींत असल्याच्या खुणा होत. केव्हां

केव्हां मांजर शेपटी जमिनीवर आपटीत असतें, ही त्याची रागावल्याची खूण होय. ह्या सर्व गोष्टी मुलांकडून काढून घेऊन, मांजराच्या शेपटीवरून त्याच्या मनांतले विचार (मनोवृत्ति) समजतात हें त्यांस समजावून द्यावें.

४. उपयोग.

मांजराचा आपल्यास काय उपयोग आहे तें मुलांकडून काढून घ्यावें.

पाठ चौतिसावा.

मांजराचा वर्ग.

पाठाचें साहित्य.—मांजर, वाघ, सिंह, चित्ता, ऊद, बाऊल इत्यादि जनावरांचीं रंगीत चित्रें, मिळाल्यास यांचींच मातीचीं हुबेहुब व रंगीत चित्रें, वाघ, सिंह यांच्या कातड्यांचे तुकडे इत्यादि.

१. उपोद्घात.

प्रथम मागील पाठाची उजळणी करून त्यांतील मुख्य मुख्य गोष्टी काढून घ्याव्या. मांजराचा स्वभाव, त्याची वागणूक व त्याचें भक्ष्य हीं त्याच्या शरीररचनेशीं कशीं जुळतात, हें त्या प्रत्येक गोष्टींतून स्पष्ट करून घ्यावें, व मांजराच्या अवयवांचें वर्णन करवावें.

२. मांजराच्या वर्गांतील जनावरें.

मुलांनो, काळोखांत दिसण्याजोगे डोळे, तळव्यांना मऊ गाद्या, पंज्यांना तीक्ष्ण नख्या, तीक्ष्ण व अणकुचीदार दांत, असें सगळें अगदीं आपल्या मांजराप्रमाणेंच असलेलें, पण आपल्या पाळीव मांजरापेक्षां कित्येक पटींनें मोठें व अतिशय बळकट असें दुसरें एखादें मांजर तुह्माला ठाऊक आहे काय ? अशा प्रकारचीं मांजरें पुष्कळ आहेत. तीं फार भयंकर व क्रूर असतात. तीं सारा दिवस मोठाल्या दाट अरण्यांत आपल्या गुहेंत निजून राहतात, व रात्र झाली म्हणजे शिकार धरण्यास बाहेर पडतात. हीं कोणतीं मांजरें असावीं बरें ? मुलें वाघ, सिंह वगैरे नांवें सांगतील. मुलांस

वाघाचें चित्र दाखवावें व त्याच्या आकाराची साधारण कल्पना त्यांस आणून द्यावी. वाघ मुख्यत्वें दोन जातीचे असतात. बिबळ्या वाघाच्या अंगावर बिब्याच्या आकाराचे पण मोठाले काळे ठिपके असतात. पटाईत वाघाच्या अंगावर लांब लांब पट्टे असतात. पटाईत वाघ बिबळ्यापेक्षां मोठा असतो. दोहों प्रकारच्या वाघांचीं कातडीं मिळण्याजोगीं असल्यास दाखवावीं. सिंहाचें चित्र दाखवावें. नराच्या मानेवरील आयाळ दाखवून तिचें वर्णन करवावें. चित्ता, बाऊल, ऊद, वगैरे, जनावरांचीं चित्रें दाखवावीं. ह्या सर्व जनावरांची शरीररचना, स्वभाव, वागणूक, भक्ष्य हीं सर्व एकसारखीं आहेत. हें मुलांस समजावून देऊन ह्या सर्वांस मांजराच्या वर्गांतील जनावरें कां ह्मणतात तें स्पष्ट करावें.

मांजर हें मनुष्याच्या सहवासानें पुष्कळ गरीब झालें आहे, तरी त्याचा मूळचा क्रूर स्वभाव तें शिकार धरितें तेव्हां आपणास दिसून येतोच. सिंह, वाघ, चित्ता हीं जनावरें नेहमीं जंगलांत राहत असून फार मोठीं आणि बळकट असल्यामुळें फारच रागीट व क्रूर असतात. मांजर जसें उंदरास मारितें, त्याप्रमाणें सिंह व वाघ घोडा, गाय, हरिण, सांबर इत्यादि जनावरांस सहज पकडून मारतात, व फाडून खातात. वाघ, सिंह व चित्ता हे तर माणसावरही हल्ला करून त्यास मारून खातात. सिंह मोठ्या हत्तीलाही मारतो. भाटीला वाघाची मावशी ह्मणतात याची मुलांस आठवण देऊन मांजर, वाघ, सिंह इत्यादि सर्व जनावरें एकाच वर्गांतील होत, हें चित्रांवरून मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें.

३. गोषवारा.

पुढील गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या, व संक्षेपानें फळ्यावर लिहाव्या.

१. मांजराच्या वर्गांतील जनावरें मांसाहारी आहेत. तीं जिवंत शिकार धरितात, व त्यांच्या शरीराची ठेवण शिकार धरण्याजोगी आहे.

२. तीं बहुधा रात्रीं शिकार धरितात, ह्मणून काळोखांत दिसण्याजोगे त्यांचे डोळे आहेत.

३. त्यांना कल्ले असतात. त्यांस स्पर्शज्ञान फार असतें, व काळोखांत वाट व वाटेंतील पदार्थ चांचपून पाहण्यास त्यांचा फार उपयोग होतो.

४. त्यांच्या तळव्यांना मऊ उंचवटे—गाद्या—असतात. ह्मणून तीं चालत असतां त्यांचे पाय वाजत नाहींत व त्यामुळें चाहूल लागूं न देतां त्यांस शिकार धरितां येते.

५. त्यांच्या पंज्यांच्या नख्यांस म्यानाप्रमाणें आच्छादन असतें. त्यांस त्या नख्या जरूर पडेल तेव्हां बाहेर काढितां येऊन नको तेव्हां आंत ओढून घेतां येतात.

६. त्यांचा जबडा फार बळकट असतो. तो वरखालीं मात्र हालतो. त्यांना मांस फाडण्याजोगे व तुकडे करण्याजोगे तीक्ष्ण आणि निमुळते दांत असतात.

७. त्यांची जीभ खरखरीत असून तिजवर बारीक कांटे कांटे असतात, यामुळें त्यांस हाडांवरील मांस साफ चाटून घेतां येतें.

८. सिंह, वाघ, चित्ता हे फार मोठे व बळकट असून ते गुरें, बकरीं, मेंढरें, हरणें, सांबरें, घोडे वगैरे मोठाल्या जनावरांची शिकार करितात.

पाठ पस्तिसावा.

कुत्रा.

पाठाचें साहित्य.—कुत्रा, कुत्र्याचें रंगीत चित्र, मिळाल्यास कुत्र्याचें मातीचें हुबेहुब रंगीत चित्र, भाकरीचा तुकडा व कुत्र्याच्या दांतांची रचना दाखविण्याकरितां चित्र किंवा आकृति.

१. उपोद्घात.

प्रथम मांजराविषयीं कित्येक प्रश्न विचारावे. मांजराप्रमाणें दुसरें पाळीव जनावर कोणतें ?—कुत्रा.—कुत्र्याविषयीं मुलें काय काय

सांगतात तें प्रश्न विचारून काढून घ्यावें. कुत्रा हें जनावर फार शहाणें गरीब, व आज्ञाधारक असून त्यास जें शिकवावें तें तें सहज शिकतें. कुत्र्याप्रमाणें आपल्या धन्यावर प्रीति करणारें व प्रामाणिक जनावर दुसरें नाहींच ह्मटलें तरी चालेल. ह्या गोष्टी मुलांनीं सांगितलेल्या माहितीवरून कशा ठरतात तें त्यांचे लक्षांत आणून द्यावें. कुत्रा व मांजर ह्यांच्या स्वभावांत एक मोठें अंतर आहे. पाळीव मांजराची आपल्या धन्यापेक्षां घरावर ज्यास्त प्रीति असते असें दिसतें. तें जेथें वाढतें तें घर सोडून तें सहसा दुसरीकडे जात नाहीं. मग त्यांतील माणसें कोठेंही जावोत, त्यांची त्यास पर्वा नसते. पण कुत्र्यास घराची किंवा जागेची पर्वा नसते. जिकडे धनी तिकडे कुत्रा. ह्या दोहोंच्या स्वभावांतील हें अंतर मुलांस माहीत असलेल्या उदाहरणांवरून स्पष्ट करून दाखवावें. कुत्र्याची दुसऱ्या अपरिचित कुत्र्याशीं किंवा मांजराशीं गांठ पडली असतां तो काय करितो हें मुलांस विचारावें.

२. शरीररचना.

१. शरीर.—कुत्रा व मांजर ह्यांची तुलना करवावी. मांजरापेक्षां कुत्र्याचें शरीर जास्त लांबट, छातीजवळ फुगलेलें आणि भरदार असतें. दोहोंच्या अंगावरील कातडी एकसारखीच ढिली असते. कांहीं कुत्र्यांच्या अंगावर लांब व जटांसारखे केस असतात, आणि कांहींच्या अंगावर आंखूड व दाट केस असतात. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

कुत्र्याचे पाय लांब व बळकट आणि छाती रुंद व भरदार असते हें मुलांकडून काढून घ्यावें, ह्या दोन गोष्टींत घोड्याच्या रचनेशीं कुत्र्याच्या रचनेचें साम्य दाखवावें, व कुत्र्याची रचना जलद आणि लांबवर धांवण्यास उपयोगी पडण्याजोगी आहे, हें मुलांकडून काढून घ्यावें.

२. पावलें.—मांजराप्रमाणेंच कुत्र्याच्या पुढच्या पायांस पांच पांच व मागच्या पायांस चार चार बोटें असतात. क्वचित सर्व पाय मिळून एकोणीस किंवा वीस बोटेंही असतात. कुत्र्याच्या

तळव्यांना मांजराच्या तळव्यांप्रमाणें उंचवटे–गाद्या–असतात, व प्रत्येक बोटाला किंचित बांकदार नखी असते. मांजराच्या नख्यांचें व त्यांच्या उपयोगाचें वर्णन करवावें. कुत्र्याला नख्या आंत ओढून घेतां येत नाहींत; त्या नेहमीं बाहेर असतात. चालतांना त्या जमिनीवर घांसतात व झिजतात. यामुळें एक तर त्याच्या नख्या बोंथट होतात, आणि चालतांना त्यांचा आवाज होतो, म्हणून त्याला मांजराप्रमाणें चाहूल न लागतां चालतां येत नाहीं. मग ह्या नख्यांचा कुत्र्याला उपयोग काय ? पायांनीं माती उकरून तेथें रात्रीं बसतांना, किंवा हाड, भाकरीचा तुकडा अगर दुसरें कांहीं पुरून ठेवितांना कुत्र्याला कोणी पाहिलें आहे काय ? कुत्र्याच्या ह्या संवयींवरून त्याच्या नख्यांचा उपयोग मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावा. शिकार गच्च धरण्यास किंवा तिच्या अंगांत खुपसण्यास कुत्र्याला नख्यांचा उपयोग होत नाहीं.

३. डोकें.—कुत्र्याचें मुंडकें निमुळतें असतें. त्याचा खालचा जबडा मांजराप्रमाणें फक्त वरखालीं मात्र हालतो व तो फार बळकट असतो. कुत्र्यापुढें भाकरीचा तुकडा टाकून जबड्याची हालचाल दाखवावी. कुत्र्याच्या दांतांची रचना मांजराप्रमाणेंच असते. [आकृति १४ पहा.] त्याचे दांत तीक्ष्ण व अणकुंचीदार असतात. अर्थात अन्न चघळण्यासाठीं किंवा रवंथ करण्यासाठीं ते केलेले नसतात. तर मांस फाडून तुकडे करण्यासाठीं असतात. कुत्रा हा मांजराप्रमाणें भात, भाकर वगैरे आपण घालतों तें अन्न खातो, तरी तो मांसाहारी प्राणी आहे. कुत्रा, मांजर वगैरे मांसाहारी प्राणी आपल्या तीक्ष्ण दांतांनीं व जबड्याच्या वरखालीं हालण्यानें भक्ष्याचे बारीक तुकडे करून गिळतात. ते आपलें अन्न चघळीत नाहींत.

४. जीभ.—मांजराची जीभ कशी असते ?—कोरडी व खरखरीत असून तिजवर बारीक कांटे कांटे असतात.—कुत्र्याकडून एका मुलाचा हात चाटवावा, किंवा कुत्रा अगदीं गरीब असल्यास त्याच्या जिभेस हात लावून पाहण्यास सांगावा. कुत्र्याची

जीभ कशी आहे ?—मऊ, गुळगुळीत व ओलसर.—तर मग मांजराच्या जिभेपेक्षां कुत्र्याच्या जिभेचा उपयोग कांहीं तरी निराळा असला पाहिजे. तुम्ही कुत्र्यास धांवतांना पाहिलें आहे काय? त्यावेळीं त्याची जीभ कोठें व कशी असते ? धांवतांना व नंतर कांहीं वेळ कुत्र्याची जीभ तोंडाबाहेर लोंबत असते, व तींतून पाणी थबथबत असतें, हें तुम्ही पाहिलेंच आहे. आपण बरेच लांब धांवत गेलों ह्मणजे काय होतें ?—आपण दमतों, व आपल्याला घाम येतो.—बरोबर. धांवल्यानें आपलें अंग तापतें. मग त्यांतून घाम निघून गेला ह्मणजे तें गार होऊन आपल्याला बरें वाटतें. कुत्रा धांवूं लागला म्हणजे त्याचें अंगही असेंच तापतें. पण त्यास घाम येत नाहीं. आपण ह्या कुत्र्यास थोडेंसें धांववूं. पहा ह्याला घाम येत नाहीं. पण ह्याची जीभ बाहेर लोंबत असून तींतून पाणी गळूं लागलें. जिभेवाटे पाणी गळत आहे, त्याचा घामाप्रमाणेंच कुत्र्याला उपयोग आहे. कुत्रा स्वस्थ बसतो, तेव्हां त्याची जीभ बाहेर लोंबत नाहीं, व तींतून पाणीही गळत नाहीं. उन्हाळ्यांत मात्र कुत्र्याची जीभ बाहेर लोंबत असते, व तींतून पाणी थबथबत असतें. कां बरें ? कुत्र्याच्या जिभेचा त्याला कसा उपयोग आहे, हें आतां तुमच्या लक्षांत आलेंच असेल.

५. **कान.**—लोक कुत्रा कां बाळगतात ?—आपलें घर वगैरे सांभाळण्याकरितां.—बरोबर. कुत्रा हा उत्तम पहारेकरी आहे. अंमळ खुट्ट झालें कीं त्यास चाहूल लागून तो लागलाच जागा होतो. कुत्र्याचें कर्णेंद्रिय फार तीक्ष्ण आहे.

६. **नाक.**—कुत्रा चालतांना काय करीत असतो ?—तो इकडे तिकडे जमिनीस नाक लावून हुंगीत असतो.—कोण कोठें आहे, कोण कोठें गेलें वगैरे फार लांबून व नुसत्या हुंगण्यानें कुत्र्यास समजतें. ह्यावरून काय दिसतें ?—कुत्र्याचें घ्राणेंद्रिय फार तीक्ष्ण असतें.—बरोबर.

३. उपयोग.

कुत्र्याचे उपयोग मुलांस विचारावे.

४. गोषवारा.

१. कुत्रा हा मनुष्याचा प्रामाणिक मित्र आहे.

२. कुत्र्याची शरीररचना धांवण्यास सोईची अशी आहे. तो आपल्या शिकारीच्या मागें धांवत जाऊन तिला पकडतो; दबून बसून शिकार पकडीत नाहीं.

३. मांजराप्रमाणें ह्याच्याही तळव्यांना उंचवटे—गाद्या—असतात.

४. ह्याच्या नख्या बोंथट असतात, व मांजराप्रमाणें त्या आंत बाहेर होत नाहींत.

५. कुत्र्याच्या अंगावर केस असतात; मांजराप्रमाणें आणखी बारीक लव नसते.

६. मांजरापेक्षां कुत्र्याचें डोकें जास्त लांबट व निमुळतें असतें. कुत्र्याचें घ्राणेंद्रिय व कर्णेंद्रिय फार तीक्ष्ण असतें.

७. कुत्र्याचे दांत मांजराप्रमाणेंच असून मांस फाडून खाण्याच्या सोईचे असतात.

८. मांजराची जीभ खरखरीत असते, पण कुत्र्याची मऊ व गुळगुळीत असते. कुत्र्याची जीभ बाहेर लोंबते व तींतून घाम—पाणी—गळतो; कुत्र्याच्या अंगाला कधीं घाम येत नाहीं.

ह्या सर्व गोष्टी मुलांकडून काढून घेऊन फळ्यावर लिहाव्या.

पाठ छत्तिसावा.

कुत्र्याचा वर्ग.

पाठाचें साहित्य.—कुत्रा; कुत्रा, लांडगा, कोल्हा ह्यांचीं रंगीत चित्रें, व मिळाल्यास त्यांचीं मातीचीं रंगीत चित्रें.

१. उपोद्घात.

मागील पाठाची थोडक्यांत उजळणी करावी. कुत्र्याच्या शरीररचनेची मांजराच्या शरीररचनेशीं तुलना करवून त्यांच्यांतील साम्य व वैषम्य विचारून त्याचीं कारणें मुलांकडून काढून घ्यावीं. कुत्र्याच्या रचनेचें फळ्यावर टिप्पण करावें.

२. कुत्र्याच्या वर्गांतील प्राणी.

लांडग्याचें चित्र दाखवावें. तो कुत्र्यासारखाच कांहीं अंशीं दिसतो, परंतु कुत्र्यापेक्षां फार उग्र व क्रूर दिसतो, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. त्याचें नांव विचारावें व मुलांस सांगतां न आल्यास तें आपण सांगावें. नंतर कुत्र्याच्या शरीररचनेशीं लांडग्याच्या शरीररचनेची तुलना करवून लांडगा हा कुत्र्याच्याच वर्गांतला एक रानटी प्राणी आहे, असें ठरवावें.

पुष्कळ लांडगे एकत्र मिळून राहतात, व शिकारही अनेक जण मिळून करितात. ते आपल्या शिकारीच्या पाठीस लागून तिला पकडितात. त्यांचें घ्राणेंद्रिय फार तीक्ष्ण असल्यामुळें त्यांना आपल्या शिकारीचा फार लांबून नुसत्या वासावरून शोध लागतो. कुत्र्याप्रमाणेंच लांडगेही वारंवार जमीन हुंगीत असतात व शिकारीमागें पळतांना खालीं तोंड करून पळतात. त्यांचें कर्णेंद्रियही तसेंच तीक्ष्ण असतें. डोळे मोठे असतात, व दृष्टि तीव्र असते. तरी रात्रीं मांजराप्रमाणें दिसण्याकरितां त्यांच्या डोळ्यांत सोय नसते. लांडगे बकरीं, मेंढरें वगैरे पकडून खातात. ते क्वचित मनुष्यावरही हल्ला करितात.

कोल्ह्याचें चित्र दाखवावें. खेडेगांवांतील मुलांनीं कोल्हा पुष्कळदां पाहिलेला असतो. मुलांस त्याचें नांव विचारावें व त्यांस सांगतां न आल्यास आपण सांगावें. कोल्ह्याच्या शरीररचनेची कुत्र्याच्या शरीररचनेशीं तुलना करवून तो कुत्र्याच्या वर्गांतील आहे असें ठरवावें, नंतर कोल्ह्याविषयीं सामान्य माहिती सांगावी. कोल्हे कोंकरें, करडें ह्यांची शिकार करितात. कोल्हा फार धूर्त असतो.

पाठ सदतिसावा.

मधमाशी—भाग पहिला.

पाठाचें साहित्य.—जिवंत मधमाशी, मधाचें ताजें मोहोळ, मधाच्या सुकलेल्या पोळ्याचा तुकडा, चाकू, मेण, मध, काचपात्र.

चमचा, मध असलेलीं (बकूळ, अडूळसा, आंब्याचा मोहोर इत्यादि.) ताजीं खुडलेलीं फुलें, मधमाशीचें चित्र किंवा फळ्या-वरील आकृति, सूक्ष्मदर्शक काच, फुलांत शिरलेल्या मधमाशीचें चित्र आणि ताजें व पूर्ण फुललेलें कसलें तरी एक मोठें फूल.

१. उपोद्घात.

काचपात्रांत थोडा मध घेऊन तो मुलांस दाखवावा. त्याचा वास घेण्यास सांगावा आणि चमच्यानें एकेक थेंब त्यांचे जिभेवर पाडवून तो चाखून पाहण्यास सांगावा. त्याचा रंग, वास व रुचि हीं विचारावीं व तो मध आहे, हें मुलांकडून ओळखून घ्यावें. मध ह्मणजे साखरेपेक्षांही गोड असा रस होय. हा मध आपणास फुलांपासून मिळतो. पुष्कळ फुलांच्या मध्यभागीं अगदीं बुडाशीं थेंबभर मध असतो. मध असलेलीं ताजीं फुलें मुलांस द्यावीं, व कचोळें काढून फुलाच्या बुडाशीं असलेला मध त्यांस चाखण्यास सांगावा. मुलांनो, एकेका फुलांत मधाचा एकक लहानसा थेंब असतो. तो आपण गोळा करूं ह्मटलें तर तें आपल्यास साधणार नाहीं, व पुष्कळ खटपट करावी आणि वेळ मोडावा तेव्हां कोठें थोडासा मध जमणार. आपल्याला मध कोण बरें मिळवून देतो ?

२. मधमाशी.

काचपात्राखालीं झांकलेली मधमाशी दाखवावी. हें काय आहे ?—माशी.—बरोबर. ती माशीच आहे. पण साधी माशी नव्हे, तर मधमाशी आहे. ही माशीच आपल्याला फुलांतला मध गोळा करून देते. मधमाशीचें मोठें चित्र किंवा फळ्यावरील आकृति दाखवावी.

३. मधमाशीची शरीररचना.

मुलांकडून चित्र किंवा आकृति ह्यांचें निरीक्षण करवून पुढील गोष्टी काढून घ्याव्या. [आकृति १५ पहा.] मधमाशीच्या शरी-राचे तीन भाग असतात. डोकें, छाती व मागचा भाग. डोक्या-पेक्षां छाती मोठी असते, व छातीपेक्षां मागचा भाग फारच मोठा असतो. मधमाशीला अगदीं पापुद्र्याप्रमाणें पातळ असे चार

पंख असतात. इतर माशांस दोनच पंख असतात. मधमाशीला इतर कीटकांप्रमाणें प्रत्येक बाजूस तीन याप्रमाणें सहा पाय असतात. मधमाशीच्या पायांसुद्धां सर्व शरीरावर फार बारीक व मऊ केस असतात. प्रत्यक्ष मधमाशी असल्यास ती सूक्ष्मदर्शक काचेंतून पाहण्यास सांगावी.

४. मधमाशांचा उद्योग.

मधमाशांना इकडे तिकडे उडतांना तुम्ही पुष्कळदां पाहिलें असेल. त्या कोठें जातात व काय करितात हें तुम्ही पाहिलें आहे काय ? मधमाशा नेहमीं एका फुलावरून दुसऱ्यावर, व दुसऱ्यावरून तिसऱ्यावर अशा उडत असतात. मधमाशी फुलावर गेली ह्मणजे ती त्यांत आपलें डोकें खुपसते. नंतर बाहेर येऊन दुसऱ्या फुलावर जाते. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. मधमाशी फुलांत शिरली आहे असें चित्र किंवा फळ्यावरील आकृति दाखवावी. [आकृति १६ पहा.] ती फुलांत कां बरें शिरते ?—ती मध गोळा करण्याकरितां फुलांत जाते.—बरोबर. फुलाच्या अगदीं बुडाशीं मध असतो, हें मधमाशीस ठाऊक असतें, ह्मणून ती फुलांत शिरून तो शोषण करिते. फुलांत मध फार थोडा असतो, ह्मणून मधमाशीला पुरेसा मध मिळण्यास पुष्कळ फुलांवर जावें लागतें. मधमाशा सगळ्याच फुलांवर जातात काय ?—नाहीं.—कां बरें ?—कांहीं फुलांत मध नसतो हें त्यांना ठाऊक असेल.—बरोबर. मधमाशा कधीं कधीं सारा दिवसभर मध गोळा करीत असतात. त्या मधाचें त्या काय बरें करितात ?—मधमाशा तो खातात.—मधमाशांनीं सर्वच मध खाऊन टाकिला असता तर आपल्यास मध मिळता काय ? मधमाशा रोज अवश्य तितका मध खातात व बाकीचा आपल्या घरांत नेऊन सांठवून ठेवितात. ज्यांत मध असतो, अशा फुलांचा हंगाम गेल्यावर मधमाशांस बाहेर मध मिळत नाहीं. अशा वेळीं त्यांस घरांत सांठवून ठेवलेला मध उपयोगीं पडतो. ह्या गोष्टी मुलांच्या लक्षांत आणून द्याव्या. पूर्ण फुललेलें कसलें तरी एक

फूल घेऊन त्यांतील पूंकेसरावरील परागकोश मुलांस दाखवावे. त्यांतील एकास हळूच बोट लावण्यास सांगावें. मुलाच्या बोटास पिवळट भुकटी लागेल. ते फुलांतील पराग होत. ही पिवळी भुकटी—पराग—मधमाशा गोळा करून नेतात. ती त्यांच्या पोरांस खाण्यास उपयोगीं पडते. मधाच्या फुलांचा हंगाम नसला ह्मणजे मधमाशा बाहेर हिंडत नाहींत. त्या आपल्या घरांत राहून सांठविलेल्या मधावर उपजीविका करितात.

५. मोहोळ.

मधाच्या पोळ्यालाच मोहोळ ह्मणतात. मधाच्या पोळ्याचा तुकडा दाखवावा. मधमाशा आपलें मोहोळ बहुतकरून झाडांवर, भिंतींवर अथवा उंच डोंगरांच्या माथ्यांवरील खडकांवर करितात, भिंतींतील कोनाड्यांप्रमाणें लहान लहान भोंकांच्या अनेक रांगा मिळून मोहोळ झालेलें असतें. हीं भोंकें अगदीं एकाशीं एक लागलेलीं असतात, व ह्या सर्व भोंकांस प्रत्येकीं सहा बाजू असून त्या सर्व सारख्या असतात. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. ताज्या मोहोळाचा तुकडा मिळाल्यास त्यांतील एका भोंकाचें तोंड चाकूनें खुलें करावें, व आंतील मध मुलांस दाखवावा. आपल्यास मध कोठून मिळतो?—मधमाशांच्या मोहोळापासून.—मधानें भरलेलीं मोहोळें लोक काढून आणितात व त्यांतील मध बाजारांत विकावयास नेतात. साधें मेण व पोळ्याच्या तुकड्याची गोळी हीं मुलांस दाखवावीं. पोळें मेणाचें केलेलें असतें. मधमाशा तें मेण बनवितात. अर्थात मधाप्रमाणें मेणही आपल्यास मधमाशांपासूनच मिळतें.

पहा, मधमाशी हा प्राणी किती लहान, पण तो पुढल्या तरतुदीसाठीं सारा दिवस मेहनत करीत असतो. त्यांच्यापासून आपल्यास फार उपयोगी असे मध व मेण हे पदार्थ मिळतात. मधमाशांविषयीं आणखी माहिती तुह्मास पुढील पाठांत मिळेल.

पाठ अडतिसावा.

मधमाशी—भाग दुसरा.

पाठाचें साहित्य.—मध, मेण, मिळाल्यास जिवंत नर, मादी व कामकरी मधमाशी, त्या तिहींचें चित्र किंवा आकृति, ताज्या मोहोळाचा आंत अंडीं, मध व पराग असलेला तुकडा, मोहोळाचा जुना तुकडा, सूक्ष्मदर्शक काच व चाकू.

१. उपोद्घात.

मध व मेण मुलांस दाखवावीं. मध व मेण आपणास कोणापासून मिळतात, मधमाशा तीं कशीं बनवितात वगैरे प्रश्न विचारावे. मधमाशीच्या शरीररचनेचें वर्णन व मागील पाठांतील इतर महत्त्वाच्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

२. मधमाशांचे प्रकार.

मधमाशांच्या कोणत्या गुणाविषयीं आपण तारीफ करितों?—उद्योगीपणाविषयीं.—तुमचें ह्मणणें खरें आहे. पण सर्वच मधमाशा उद्योगी नसतात. मधमाशांचे तीन प्रकार आहेत. नर, मादी आणि कामकरी. मिळाल्यास माशांचे हे तिन्ही प्रकार प्रत्यक्ष दाखवावे अगर त्यांचें चित्र दाखवावें. [आकृति १७ पाहा.]

१. **कामकरी माशा.**—ह्याच कायत्या खऱ्या उद्योगी मधमाशा होत. आपण पाहतों तीं सर्व कामें ह्याच करितात. त्या मेण बनवितात आणि त्याचें मोहोळ तयार करितात; त्या फुलांतील मध आणि पराग गोळा करून मोहोळांतील षट्कोणी घरांत सांठवितात; आणि राणीमाशीच्या लहान पोरांस खाऊं घालून त्यांचें पाळण पोषण करितात. कामकरी माशा आकारानें सर्वांत लहान असतात.

२. **मादी.**—एकेका मोहोळांत फक्त एकच मादी असते. तिला राणीमाशी ह्मणतात. त्या मोहोळांतील सर्व कामकरी माशा ह्या तिच्यापासूनच झालेल्या असतात. राणीमाशीला मोहोळांतील सर्व माशा मोठा मान देतात. ती कांहीं काम करीत नाहीं. तिला

फार लांब उडवत नसल्यामुळें ती मोहोळ कधीं सोडून जात नाहीं. चित्रांतील राणीमाशीची कामकरी माशीशीं तुलना करवावी. तिचा आकार मोठा असून त्या मानानें पंख फार तोकडे व लहान आहेत, ह्मणून तिला लांब उडवत नाहीं हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें. मोहोळांतील कांहीं षट्कोणी घरें अंडीं घालण्याकरितां निराळीं राखून ठेविलेलीं असतात. त्यांपैकीं एकेका घरांत एकेक याप्रमाणें राणीमाशी अंडीं घालिते. राणीमाशी कधीं कधीं एका दिवसांत शेंकडों अंडीं घालिते.

३. नर.—नर सगळ्यांत मोठे असतात. परंतु ते स्वतां कांहीं काम करीत नाहींत. मोहोळांत यांची संख्या फार थोडी असते. मोठ्या मोहोळांत पंधरापासून वीस हजार कामकरी माशा असतात. पण अशा मोठ्या मोहोळांत नर फारतर शें दोनशें असतात. बाहेर फुलांत मध मिळत असेल तोंपर्यंत ते ह्या फुलावरून त्या फुलावर जाऊन स्वतांचें पोट भरितात. परंतु मोहोळासंबंधानें ते कांहीं एक काम करीत नाहींत. ह्या त्यांच्या आळशीपणाचें बक्षिस त्यांस लवकरच मिळतें. बाहेर मध मिळतनासा झाला, ह्मणजे ह्या फुकटखाऊ नरांवर कामकरी माशा हल्ला करून त्यांस मोहोळांतून घालवून देतात, व केव्हां केव्हां तर त्यांस ठारही मारितात. नर आकारानें मोठे असतात, असें असून त्यांचें कामकरी माशांपुढें कां बरें कांहीं चालत नाहीं ?—ते संख्येनें थोडे असतात.—तें खरें. पण त्याचें आणखीही एक चमत्कारिक कारण आहे. कामकरी माशांस नांगी असते; तशी नरांस नसते. यामुळें त्यांचें कामकरी माशांपुढें कांहीं चालत नाहीं. कामकरी माशांना पोटाच्या शेवटाशीं टोंकें वळलेल्या तीक्ष्ण भाल्यांप्रमाणें दोन पोकळ नांग्या असतात, व त्यांच्या मुळाशीं एक विषाची पिशवी असते. माशा जेव्हां कोणाला नांगी मारतात तेव्हां त्यांच्या तीक्ष्ण टोंकांनीं मांस फाटूनच राहत नाहीं, तर त्या छिद्रांत त्या पिशवींतील विषाचा एकेक थेंबही पडतो. ह्या विषानेंच नांगी मारलेल्या जागीं गांध येते व वेदना होतात. कामकरी माशांना आपल्या नांग्या हव्या तेव्हां बाहेर काढितां

येतात, व नको तेव्हां त्या आंत आटोपून घेतां येतात. कामकरी माशांनाच नांगी देण्यांत ईश्वराचा काय बरें हेतु असावा ?

कामकरी माशांच्या उद्योगाचें वर्णन करवून पाठ संपवावा.

पाठ एकोणचाळिसावा.

अस्थिपंजर—भाग पहिला.

पाठाचें साहित्य.—मनुष्याच्या हाडांच्या सांगाड्याचें मोठें चित्र, आणि जनावराच्या व पक्ष्याच्या सांगाड्याचें चित्र.

१. उपोद्घात.

मनुष्याच्या हाडांच्या सांगाड्याचें चित्र दाखवावें. ह्याला काय ह्मणतात ?—हाडांचा सांगाडा.—बरोबर. निरनिराळ्या आकाराच्या लहान मोठ्या दोनशेंहून अधिक हाडांनीं हा बनलेला असतो. जनावराच्या व पक्ष्याच्या हाडांच्या सांगाड्यांचीं चित्रें दाखवावीं. तीं ओळखून घेऊन हाडांच्या सांगाड्यांवरून शरीराचा बांधा समजतो, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. हाडांच्या सांगाड्याचा शरीरास मुख्य उपयोग कोणता ?—त्यानें शरीरास ताठपणा व बळकटी येते.—शरीर ताठ उभें राहण्यास ज्यांचा उपयोग होतो अशीं मुख्य हाडें कोणतीं दिसतात?—पायांचीं हाडें व पाठीचा कणा.—शरीराचे मुख्य भाग कोणते?—डोकें, धड आणि हातपाय असे शरीराचे मुख्य तीन भाग दिसतात.—बरोबर. आतां शरीराच्या ह्या तीन भागांत कसकशीं हाडें आहेत तें आपण पाहूं.

२. डोक्याचीं हाडें.

डोक्याचे मुख्य भाग दोन. कवटी व तोंड. हे भाग मुलांकडून दाखवून घ्यावे.

(१) कवटी ही आठ हाडांनीं बनलेली एक पेटीच होय. हीं हाडें चापट असून त्यांची हालचाल व्हावयाची नसते, ह्मणून

तीं कडांशीं एकमेकांना कायमचीं जोडलेलीं असतात. कवटीच्या पोकळींत मेंदु असतो व कवटीमुळें त्याचें संरक्षण चांगलें होतें.

(२) कवटी वगळून राहिलेला डोक्याचा सर्व भाग तें तोंड. तें चौदांहून अधिक हाडांनीं झालेलें असतें. ह्या सर्व हाडांचा फार उपयोग आहे. डोळे फार नाजूक आहेत. त्यांचें संरक्षण कोणकोणत्या हाडांनीं होतें ?—डोळे हाडांच्या वाटोळ्या खळग्यांत बसविलेले असतात. कपाळाचें हाड, नाकाचें हाड व गालांचीं हाडें ह्यांनीं डोळ्यांचें संरक्षण होतें.—ह्या सर्व हाडांत किती हाडें हालतात ?—खालच्या जबड्याचें एक हाड मात्र हालतें.—मुलांस खालचा जबडा हालवून पाहण्यास सांगावा. खालच्या जबड्याचें हाड कवटीच्या हाडांस दोहों बाजूंनीं बिजागरीच्या सांध्याप्रमाणें जोडलेलें असतें. त्यामुळें तोंड उघडतां व मिटतां येतें. खालचा जबडा वरखालीं हालवितां येऊन शिवाय थोडासा डावीउजवीकडेही हालवितां येतो, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

अन्न चावण्यास व चघळण्यास आपल्यास दोहों जबड्यांत दांत असतात. आपल्यास दोनदां दांत येतात. पहिले दुधाचे. ते वीस असतात व सुमारें आटव्या दहाव्या वर्षीं पडतात. मग कायमचे दांत येतात. ते बत्तीस असून दुधाच्या दांतांपेक्षां मोठे व बळकट असतात. हे दांत म्हातारपणीं पडतात. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

३. धडाचीं हाडें.

हातपाय व डोकें ह्यांखेरीज राहिलेला शरीराचा भाग तें धड. धडास मुख्य आधार असें हाड म्हणजे पाठीचा कणा. हा मानेपासून धडाच्या शेवटापर्यंत असतो. पाठीचा कणा ह्या नांवावरून तें एकच हाड असावें असें मनांत येतें; पण तसें नाहीं. पाठीचा कणा ही हाडांची एक माळच होय. त्यांतील प्रत्येक हाडास काय म्हणतात ?—मणी किंवा मणका.—ह्या प्रत्येक दोन मणक्यांत एका प्रकारच्या पांढऱ्या व स्थितिस्थापक अशा पदार्थाचा थर असतो. हा थर घट्ट व गुळगुळीत असतो. मणक्यांची उंशी

रचना कां केलेली असावी? कसरत करितांना व इतर वेळीं अंग किती वांकवावें लागतें त्याची मुलांस आठवण देऊन ही गोष्ट स्पष्ट करावी. पाठीच्या कण्याची अशी रचना नसती तर आपल्यास हल्लींप्रमाणें हालचाल करितां येतीना, हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें.

पाठीच्या कण्याच्या अगदीं वरच्या सात मणक्यांनीं मानेचें हाड बनलेलें आहे. ह्या हाडाचा डोक्यास मुख्य आधार आहे. त्याच्या खालच्या बारा मणक्यांना दोहोंबाजूंस उराच्या फांसळ्या जोडलेल्या असतात. त्यांच्या खालच्या पांच मणक्यांनीं कंबर होते. वरच्या मणक्यांपेक्षां खालचे मणके आकारानें मोठे व भरदार होत गेलेले आहेत या गोष्टीकडे मुलांचें लक्ष लावावें. कंबरेच्या खालचे मणके फार मजबूद, मोठे व भरदार असतात. ह्या सर्व गोष्टी चित्राच्या साह्यानें मुलांस नीट समजावून द्याव्या.

लहान मुलाच्या कण्याचे तेहेतीस मणके निरनिराळे असतात, पण तें जसजसें मोठें होत जातें तसतसें कंबरेच्या खालच्या पांच मणक्यांचें मिळून एकच हाड बनत जातें. त्याचप्रमाणें अगदीं खालच्या चार मणक्यांचें मिळून एकच हाड बनूं लागतें. ह्मणून तरुण मनुष्याच्या कण्याचे फक्त सव्वीस मणकेच निरनिराळे दिसतात. हे मणके चित्रावर मोजवावे.

कंबरेच्या खुब्याचीं हाडें दाखवावीं. त्यांचा आकार निराळाच आहे. त्यांच्या पोकळींत ओंटीपोट असतें. उराच्या फांसळ्या दाखवाव्या. त्यांनीं एक प्रकारचा पिंजराच बनलेला असतो. ह्या फांसळ्यांनीं छातीस बळकटी येऊन तींतील अवयवांचें संरक्षण होतें. बहुतेक फांसळ्या उराच्या पुढल्या हाडाला जोडलेल्या असतात. पाठीच्या कण्याच्या मणक्यांना फांसळ्या गच्च सांधलेल्या नसतात; तर त्यांस वरखालीं हालण्याची सोय असते. तसेंच पाठीच्या कण्याशीं त्या आडव्या सांधलेल्या नसतात; तर तिरकस असतात. ह्या व्यवस्थेनें फांसळ्या वर चढल्या ह्मणजे आंतली पोकळी वाढते व खालीं उतरल्या ह्मणजे आंतली पोकळी कमी होते. ह्यामुळें श्वासोच्छास करण्यास कशी सोय होते, तें दाखवावें.

आज तुह्माला डोकें व धड ह्यांतील मुख्य मुख्य हाडांची माहिती झाली. हातापायांतील हाडांविषयींची माहिती तुह्माला पुढील पाठांत मिळेल.

पाठ चाळिसावा.

अस्थिपंजर—भाग दुसरा.

पाठाचें साहित्य.–मनुष्याच्या हाडांच्या सांगाड्याचें मोठें चित्र.

प्रथम मागील पाठाची थोडक्यांत उजळणी करावी.

हातापायांतील हाडें.

खवाट्याच्या पुढच्या व मागच्या अशा दोन हाडांनीं खांदा होतो. खांद्याच्या ह्या दोन दोन हाडांनीं हात धडाला जोडलेले असतात. खुब्याच्या हाडांनीं पाय धडाला जोडलेले असतात. ह्या संबंधानें हातापायांचें साम्य दाखवावें. दंड, (कोपरापासून पुढला) हात व पंजा असे हाताचे तीन भाग आहेत. त्याचप्रमाणें मांडी, पोटेरी व पाऊल असे पायाचेही तीन भाग आहेत. प्रत्येक हातांत बत्तीस व प्रत्येक पायांत तीस निरनिराळीं हाडें असतात. हाडांच्या सांपळ्याचें चित्र दाखवून व एका मुलाचे अवयव दाखवून ह्या गोष्टी नीट समजावून द्याव्या. हातापायांचे असे भाग कां, व त्यांत इतकीं पुष्कळ निरनिराळीं हाडें कां असतात तें पाहू.

मांडी व दंड हीं एकेका हाडानेंच झालेलीं असतात. दंडा[illegible] हाड खांद्याच्या पुढल्या हाडास व मांडीचें हाड खुब्याच्या हाडा[illegible] जोडलेलें असतें. हाताच्या पुढल्या भागास लहान मोठीं दो[illegible] हाडें असून तीं कोंपरांत दंडाच्या हाडास जोडलेलीं असता[illegible] त्याच प्रमाणें पायाच्या नळीसही लहान मोठीं दोन हाडें अ[illegible] तीं गुडघ्यांत मांडीच्या हाडास जोडलेलीं असतात. मांडी [illegible] नळी ह्यांच्या हाडांच्या सांध्यावर–गुडघ्यावर–एक चापट [illegible] असतें, त्यास गुडघ्याची वाटी म्हणतात. कोंपराच्या सांध[illegible] अशा प्रकारचें हाड नसतें. हा ह्या दोहों सांध्यांतील भेद स[illegible]वून द्यावा. मनगट व पायाचा घोंटा ह्यांचें साम्य दाखवावें.

गटांत आठ व पायाच्या घोंट्यांत सात लहान लहान हाडें असतात. मनगट व बोटें ह्यांस सांधणारीं पांच हाडें मिळून पंजा होतो. त्याचप्रमाणें घोंटा व पायाचीं बोटें ह्यांस सांधणाऱ्या पांच हाडांनीं पावलाचा तळवा होतो. हातापायांच्या चार बोटांस प्रत्येकीं तीन तीन हाडें व आंगठ्यांस प्रत्येकीं दोन दोन हाडें असतात. ह्या सर्व गोष्टी मुलांस हाडांच्या सांपळ्याच्या चित्रावरून व त्यांच्या स्वतांच्या अवयवांवरून समजावून द्याव्या.

हातापायांची रचना, त्यांचे भाग, प्रत्येक भागांतील हाडांची संख्या, हाडांचे आकार इत्यादि गोष्टींवरून हातापायांची तुलना करवावी. पायांत गुडघ्याच्या वाटीचें हाड जास्त असून घोंट्यांत मनगटापेक्षां एक हाड कमी आहे, इतकाच दोहोंत फरक आहे, बाकी सर्व गोष्टींत त्यांचें परस्पर साम्य आहे, हें दाखवावें. खवाट्याच्या दोहों हाडांची गणना हातांतच होते; परंतु खुब्याच्या हाडांची गणना पायांत न होतां धडांत होते, म्हणून दोहोंच्या हाडांच्या संख्येंत तफावत आहे इतकेंच. मणगटाचीं हाडें घोंट्याच्या हाडांपेक्षां लहान, पण पायांच्या बोटांच्या हाडांहून हातांच्या बोटांचीं हाडें बरींच लांब असतात. पायांचीं हाडें त्याच प्रकाऱ्च्या हातांच्या हाडांपेक्षां आखूड, जाड, वजनदार आणि ओबडधोबड अशीं कां असतात तें मुलांकडून काढून घ्यावें. हातांच्या आंगठ्यांची ठेवण पायांच्या आंगठ्यांच्या ठेवणीहून अगदीं वेगळी आहे. कां? हातांच्या आंगठ्यांप्रमाणें पायांचे आंगठे फिरतात काय?

पायांचा सर्व शरीरास आधार असून हातांनीं अनेक प्रकारें व फार जलद हालचाल करावयाची असते. पायांत भरदारपणा व बळकटी जास्त पाहिजे, आणि हातांत लवचीकपणा, जलद हालचाल, वस्तूंस हळूच स्पर्श करितां येणें व त्या बळकट धरितां येणें हे गुण जास्त पाहिजेत, ह्या गोष्टींस अनुलक्षून हातापायांची ईश्वरानें रचना केलेली आहे. मुलांस हें नीट समजावून द्यावें.

पाठ एकेचाळिसावा.

हाडांचे सांधे.

पाठाचें साहित्य.—हाडांच्या सांपळ्याचें मोठें चित्र, हाडांचीं दोन्ही शेवटें फुगीर असून त्यांवर कूर्च्यामय गुळगुळीत आवरण असतें हें दाखविण्याकरितां दोन तीन लांब हाडें, खोल व उथळ अशीं दोन लांकडी लहान उथळीं आणि त्यांत नेमकी बसेशी टोंकाला वाटोळा गोळा असलेली खुंटी.

उपोद्घात.

प्रथम मागील दोन पाठांची थोडक्यांत उजळणी करावी. मनुष्याच्या शरीरांत एकंदर लहान मोठीं २०० हून जास्त हाडें आहेत. अवश्य त्या त्या ठिकाणीं सहज आणि मोकळेपणें हालचाल करितां यावी ह्याच उद्देशानें इतकीं पुष्कळ हाडें जोडून ईश्वरानें मनुष्याच्या शरीराचा सांगाडा तयार केला आहे. चेहऱ्याच्या पुढच्या बाजूचीं व डोक्याचीं हाडें एकमेकांस पक्कीं चिकटलेलीं असतात. कांकीं तेथें हालचाल नको असते. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. गोपाळा, पुढें ये. आपल्या हातांच्या पंज्यांची उघडमीट कर. कोंपरापासून पुढील हात ताठ कर व जवळ घे. पाय गुडघ्यांत मोडून घे व लांब कर. हात ताठ करून चक्राकार फिरव. मान उजवेकडे व डावेकडे फिरव. पहा, मुलांनो, गोपाळानें ह्या ज्या हालचाली केल्या, त्या सर्व निरनिराळ्या प्रकारच्या आहेत. ह्यांतील एकेक हालचाल कशी होते तें क्रमानें एकेक जण सांगा. मुलांकडून योग्य उत्तरें घ्यावीं, व ह्या हालचाली अशा निरनिराळ्या होण्यास त्या त्या ठिकाणचे हाडांचे सांधेही निरनिराळ्या प्रकारचे असले पाहिजेत, हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें.

२. हाडांच्या सांध्यांचे प्रकार.

हाडांच्या सांध्यांचे मुख्य प्रकार दोन आहेत. १. बिजागरी प्रमाणें सांधे, २. कुंसवाप्रमाणें सांधे. कुंसवाप्रमाणें सांध्यांचे पुन्हा दोन प्रकार होतात. नर आणि मादी किंवा उथळें व दांडा मिळून

कुंसूं होतें. कुंसवाप्रमाणें जे सांधे असतात, त्यांत कांहींत नर फिरतो व कांहींत मादी फिरते.

१. बिजागरीप्रमाणें सांधा.—दरवाजाची फळी बिजागरीवर फक्त मागें पुढें हालते. ह्याप्रमाणें कांहीं सांध्यांतील हाडांची हालचाल होते. कोपर, गुडघा, मनगट, घोटा एथील व हातापायांच्या बोटांचे सांधे हे ह्या प्रकारचे सांधे होत, हें मुलांकडून काढून घेऊन त्या ठिकाणची हालचाल प्रत्यक्ष दाखवावी. हातांचीं बोटें व आंगठा ह्यांच्या हालचालींतील फरक मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावा. आंगठा मागें पुढें हालून शिवाय डावीउजवी कडेही हालतो; ह्या सांध्यास दुहेरी बिजागरीचा सांधा असें ह्मणतात.

२. नर किंवा दांडा हालणारा कुंसवाप्रमाणें सांधा.—ह्या सांध्यांतील हालणाऱ्या हाडाच्या टोंकास वाटोळा गोळा असतो, व तो गोळा नेमका बसेल असा दुसऱ्या हाडास खोलगा असतो. हें दुसरें हाड हालत नाहीं. पहिलें हाड वाटेल त्या दिशेनें हालतें. खांद्यांतील हाताचा व खुब्यांतील पायाचा सांधा हे अशाच प्रकारचे सांधे आहेत, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. हातापायांची हालचाल दाखवून व चित्रांत हे सांधे दाखवून मुलांस त्यांबद्दल नीट समजूत द्यावी. हातापायांची हालचाल पुन्हा दाखवून ती एकाच प्रकारची आहे, तरी तींत थोडा भेद आहे. हाताप्रमाणें पाय वाटेल तसा आपल्यास हालवितां येत नाहीं. कां? खुब्यांतील सांध्याची मादी किंवा उथळें फार खोल आहे, व ह्यामुळें त्यांतील नर किंवा दांडा फार आंत गेलेला असतो, ह्मणून पायाची हालचाल हाताप्रमाणें होऊं शकत नाहीं. खोल व उथळ उथळीं आणि दांडा हीं दाखवून ही गोष्ट नीट समजावून द्यावी.

३. मादी किंवा उथळें हालणारा कुंसवाप्रमाणें सांधा.—ह्या सांध्यांत एका हाडाच्या टोंकावर दुसरें खोलगट हाड बसविलें असून तें खोलगट हाड वाटोळें फिरतें. ह्या सांध्याचें उदाहरण मानेंतला सांधा होय. मानेच्या हाडाच्या शेवटच्या मणक्याच्या टोंकावर खालच्या जबड्यासह सर्व डोकें बसविलेलें असतें.

ह्या शेवटच्या मणक्याला बांगडीसारखा पोकळ खोलवा आहे, त्यांत दुसऱ्या मणक्याचें टोंक बरोबर बसविलेलें असतें. मानेच्या हालचालींत दुसऱ्या मणक्याच्या टोंकावर वरचा मणका डोक्यासह फिरतो. आपल्याला आपलें डोकें भोंवऱ्याप्रमाणें वाटोळें फिरवितां येत नाहीं. कां ? ह्या तिसऱ्या प्रकारच्या हाडां-च्या सांध्याच्या ठिकाणीं होणारी हालचाल अशीच अर्धवट असते.

३. सांध्यांमध्यें हाडांची हालचाल.

मुलांस शिवणकामाचें अगर दुसरें कसलें तरी यंत्र चालू असतां पाठापूर्वी दाखवून ठेवावें. एथें त्याचा उल्लेख करावा. यंत्राचे भाग आपण पाहिले त्यांच्या कडा किती गुळगुळीत व सफाईदार होत्या. ते यंत्राचे भाग एकमेकांवरून सुळकन सरकत होते. ते घांसू नयेत, व करकरूं नयेत ह्मणून त्यांस यंत्र चालविणारा वर-चेवर तेल लावीत असतो. असें आहे, तर मग आपल्या शरीरां-तील हाडांच्या सांध्यांच्या ठिकाणींही अशीच कांहीं तरी व्यवस्था असली पाहिजे नाहीं काय ? हें हाड पहा. सांध्याजवळच्या हाडाच्या भागावर कूर्च्याचें गुळगुळीत आवरण असतें. ह्मणून एकमेकांवर न घांसतां सांध्यांतील दोन्ही हाडांची सहज हालचाल होते. हाडाच्या टोंकावरचें हें कुर्च्याचें आवरण चाकूनें खरवडून दाख-वावें. शिवाय प्रत्येक सांध्याभोंवतीं पातळ कातडीची एक पिशवी असते. ह्या पिशवींत एका प्रकारचें तेल उत्पन्न होत असतें. तें हाडांस नेहमीं पाहिजे असेल तितकें मिळतें. यंत्रांतील भागांस किंवा गाडीच्या चाकांस वंगण लाविल्यानें जें काम होतें, तेंच ह्या तेलानें हाडांच्या सांध्यांत होत असतें. सांध्यांस हें तेल न मिळालें तर काय होईल ?—हाडांच्या कडा एकमेकींवर घांसून झिजतील, तीं करकरतील , व त्यामुळें आपणास वेदना होतील.—

४. अस्थिबंधनें.

हाडें सांध्यांतून वरचेवर कां निसटत नाहींत ? हाडांच्या सांध्यां-वरून पातळ पट्टयांचें बंद असतात. त्यामुळें हाडें सांध्यांतून जबर दुखापत झाल्यावांचून निसटत नाहींत. ह्या बंदास अस्थिबंधन

किंवा **संधिबंधन** असें नांव आहे. त्याचा अर्थ हाडांस किंवा सांध्याला बांधिलेला बंद असा आहे.

पाठ बेचाळिसावा.

स्नायु.

पाठाचें साहित्य.—मनुष्याच्या शरीरांतील स्नायु दाखविणारें मोठें चित्र, हाडांच्या सांपळ्याचें मोठें चित्र, सुमारें सहा इंच लांबीच्या दोन लाकडी पट्या, एक तारेचा खिळा, जाड्या सुतळीचा वीतभर तुकडा, दोन काचपात्रें, ब्रूच, स्पंज, रबर व पाणी.

१. उपोद्घात.

मागील तीन पाठांची प्रथम थोडक्यांत उजळणी करावी, व हाडांची सांध्या सांध्याच्या ठिकाणीं हवी तशी हालचाल होते हें मुलांकडून काढून घ्यावें. हाडांची ही हालचाल कशी होते तें पाहूं. गोविंदा, पुढें ये. आंगरख्याची अस्तनी मागें सार. मुलांनो, गोविंदाचा दंड पहा, आणि हाडांच्या सांपळ्याच्या चित्रांतील हा दंड पहा. चित्रांतील दंडाचें हाड मध्यें बारीक असून दोहों सांध्यांजवळ फुगीर आहे. परंतु गोविंदाचा दंड मध्यें फुगीर असून दोहों टोंकांकडे निमुळता होत गेला आहे. गोविंदाच्या दंडाला मध्यभागीं किंवा एकंदरींत आपल्या शरीराला हा जाडेपणा—बांधेसूदपणा कशानें येतो?—मांसानें.—बरोबर. पण तें मांस ह्मणजे काय तें पाहिलें पाहिजे.

२. स्नायु ह्मणजे काय?

आपल्या अंगावरच्या कातडाखालीं काय असतें?—मांस.—तें जें मांस तेच स्नायु. बकऱ्याच्या ताज्या मांसाचा तुकडा दाखवावा. मांसाचा रंग कसा असतो?--तांबडा.—हा तुकडा ह्या काचपात्रांतल्या पाण्यांत टाकितों. काय झालें?—पाणी लाल झालें.—बरोबर. मांसांत जें रक्त असतें त्यानें तें लाल दिसतें. मांसाचा तुकडा पाण्यांत टाकितांच त्यांतील रक्त पाण्यांत मिसळून तें लाल

झालें. आपल्या अवयवांतील हाडांची हालचाल स्नायुंमुळेंच होते. ह्मणून जेथें जोराची हालचाल असते, तेथें मोठे व बळकट स्नायु असतात. शरीराच्या कांहीं भागांत हाडांभोंवतालीं मोठ्या भरींव गोळ्याप्रमाणें स्नायु असतात. हातापायांत अशा प्रकारचे स्नायु आहेत. इतर कांहीं भागांत दोहों हाडांच्या मध्यें स्नायु पसरलेले आहेत. डोक्याच्या कातडीखालीं हाडावर स्नायूचें अगदीं पातळ आवरण आहे. असें कां ? डोक्याच्या हाडांची हालचाल मुळींच व्हावयाची नसते, आणि ह्मणून तेथें स्नायूंची फारशी गरज नसते.

३. स्नायूंची रचना.

हा मांसाचा तुकडा साफ धुवून तो कसा बनला आहे तें पाहूं. पहा, यांत दोऱ्यांचे जुडगेच्या जुडगे दिसत आहेत. हे जुडगे एकमेकांपासून सुटे सुटे आहेत. ह्या जुडग्यांत स्वतंत्रपणें इकडे तिकडे हालण्याची शक्ति असते. मांसांतले हे जुडगे ह्मणजेच स्नायु होत. प्रत्येक स्नायु मध्यें जाड असून त्याच्या दोहों टोंकांस बारीक दोर असतात. प्रत्येक स्नायूचीं दोन टोंकें दोन हाडांस जोडलेलीं असतात. त्यांपैकीं एक हाड हालणारें व दुसरें न हालणारें असतें. स्नायु व हाडें ह्यांचा प्रत्यक्ष संबंध नसतो. स्नायूच्या दोन्ही टोंकांस जे चामड्याच्या वादीसारखे, चिवट व पांढुरके दोर असतात, ते हाडांस बांधिलेले असतात. हे दोर ह्मणजेच मागील पाठांत सांगितलेलीं अस्थिबंधनें किंवा संधिबंधनें होत. ह्या सर्व गोष्टी मुलांस चित्रावरून समजावून द्याव्या.

स्नायूंनीं हाडांची हालचाल कशी होते ?

स्नायूंनीं हाडांची हालचाल कशी होते तें आतां पाहूं. कांहीं स्थितिस्थापक पदार्थ सांगा.—स्पंज, बूच, रबर इत्यादि.—यांपैकीं स्पंज व बूच यांच्या आणि रबराच्या स्थितिस्थापकपणांत कांहीं भेद तुह्माला सांगतां येईल काय ?–स्पंज व बूच हे दाबले असतां दबतात व तो दाब काढतांच ते पुन्हा फुगतात; रबर ओढला असतां पसरतो व सोडतांच पुन्हा आखडतो.—बरोबर. स्नायु हेही मोठे स्थितिस्थापक आहेत. त्यांची स्थितिस्थापकता स्पंज, बूच

ह्यांसारखी आहे. ह्मणजे त्यांवर कोणत्याही प्रकारें दाब पडला ह्मणजे ते आकुंचन पावतात, व तो दाब निघाला ह्मणजे पहिल्यासारखे होतात. आतां स्नायूंच्या आखडण्यानें व लांब होण्यानें हाडांची हालचाल कशी होते तें पहा. लाकडाच्या ह्या दोन पट्ट्यांच्या एकेका टोंकांस भोंक पाडून त्यांत हा तारेचा खिळा फिरेसा बसवितों, व त्यांच्या दुसऱ्या टोंकांस ही सुतळ बांधून पट्ट्या काटकोन करून ठेवितों. ह्या पट्ट्या हीं दोन हाडें समजा व सुतळ हा स्नायु समजा. [आकृति १८ पहा.] आतां ही सुतळ भिजवितों. काय होतें तें तुह्मी नीट पहा, व मला सांगा.—सुतळ भिजविल्यानें ती फुगून आखडली आणि त्यामुळें एक पट्टी दुसऱ्यापट्टीकडे ओढली जाऊन त्यांमधील कोन लहान झाला.—हात कोंपरांत मोडतांना व लांब करितांना, हातांच्या बोटांची उघडमीट करितांना, पायाची पोटरी मांडीजवळ घेतांना व पाय लांब करितांना स्नायूंच्या आखडण्यानें व लांब होण्यानें हाडांची हालचाल ह्याचप्रमाणें होत असते, हें मुलांस नीट समजावून द्यावें.

सर्व शरीरांत एकंदर ५०० हून अधिक निरनिराळे स्नायु आहेत.

पाठ त्रेचाळिसावा.

त्वचा.

पाठाचें साहित्य.—त्वचेचें मोठें चित्र किंवा फळ्यावरील आकृति, कांदा, बारीक सुई, मनुष्य जातींच्या चेहऱ्यांचें रंगीत चित्र, पाणी, काचपात्र, टिपकागद, कोरें मडकें आणि सूक्ष्मदर्शक यंत्र अगर काच.

१. उपोद्घात.

मागील चार पाठांची व पहिल्या गुच्छांतील छत्तिसाव्या पाठाची थोडक्यांत उजळणी करावी. आपलें शरीर कशाचें झालें आहे ?—हाडें, मांस ह्मणजे स्नायु, शिरा व धमन्या आणि त्यांतील रक्त, चरबी व त्वचा ह्यांमिळून आपलें शरीर झालें आहे.—बरो-

वर. ह्यांखेरीज आपल्या शरीरांत आणखी एक महत्त्वाचा भाग आहे. आपल्या सर्व शरीरांत बारीक पिवळसर पांढुरके तंतु असतात, त्यांस मज्जातंतु किंवा ज्ञानतंतु ह्मणतात. आपल्यास जें कांहीं समजतें तें सर्व ह्या ज्ञानतंतूमुळेंच. ह्या ज्ञानतंतूंची जास्त माहिती तुह्माला वरच्या इयत्तेंत गेल्यावर देण्यांत येईल. त्वचा हा शरीराचा एक महत्त्वाचा भाग आहे, हें तुह्माला ठाऊकच आहे. तिजविषयीं आतां आपण विशेष विचार करूं.

२. त्वचेचे भाग.

१. बाह्य त्वचा.—त्वचा हें आपलें एक महत्त्वाचें इंद्रिय आहे, पंच ज्ञानेंद्रियांपकीं त्वचा हें एक इंद्रिय आहे, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. मुलांनो, त्वचा हें इंद्रिय दिसण्यांत अगदीं साधें दिसतें; पण तें फार भानगडीचें आहे. त्वचा निरनिराळ्या दोन पडद्यांनीं झालेली असते. हे पडदे शस्त्रवद्य शस्त्रानें निराळे करून दाखवितात. गोविंदा, ही बारीक सुई तुझ्या बोटाच्या टोंकास हळूच टोंचतों. सुई बोंचली काय ?—नाहीं. बोटांतून रक्त आलें काय ?—नाहीं.—बरें, हीच सुई मी आपल्या बोटाच्या त्वचेंतून आडवी आरपार घालवितों. ह्यांतून रक्त आलें नाहीं, व मला सुई बोंचली नाहीं. मी गोविंदाच्या बोटास सुई टोंचली, आणि मी आपल्या बोटाच्या त्वचेंतून आरपार काढिली ती त्वचेच्या वरच्या पडद्यांतून. ह्यावरून ह्या वरच्या पडद्याबद्दल तुह्माला काय समजलें ?—त्वचेच्या वरच्या पडद्यांत रक्त नसतें, व त्याला कांहीं टोंचलेलें समजत नाहीं.—आपल्याला टोंचल्याचें किंवा दुसरें कसलेंही ज्ञान कशांमुळें होतें ?—ज्ञानतंतूंमुळें.—मग त्वचेच्या वरच्या पडद्यास टोंचलेलें आपल्याला कां समजत नाहीं ?—ह्या पडद्यांत ज्ञानतंतु नसावे.—बरोबर. त्वचेच्या ह्या वरच्या पडद्याला बाहेरची किंवा बाह्य त्वचा ह्मणतात. बाह्यत्वचेंत ज्ञानतंतु व रक्त हीं नसतात. बाह्यत्वचा ही कांद्यावरच्या पापुद्र्यासारखी पातळ व अर्धवट पारदर्शक अशी असते.

२. आंतर त्वचा.—त्वचेच्या आंतल्या पडद्याला आंतली त्वचा किंवा आंतर त्वचा ह्मणतात. आंतर त्वचा हीच खरी त्वचा ह्मणजे स्पर्श समजण्याचें ज्ञानेंद्रिय होय. गोपाळा, इकडे ये. मुलांनो, मी गोपाळाच्या बोटाला हीच मघांची बारीक सुई मघांपेक्षां अंमळ खोल जाईशी टोंचितों. गोपाळा, काय झालें?—बोटाला सुई बोंचली, व त्यांतून रक्ताचा बारीक थेंब निघाला.——ह्यावरून आंतर त्वचेबद्दल तुह्माला काय समजलें?——आंतर त्वचेंत रक्तवाहिन्या व ज्ञानतंतु ह्यांचीं जाळीं पसरलेलीं आहेत.——बरोबर. स्नायूंच्या फार बारीक तंतूंच्या जाळ्यानें आंतर त्वचा बनलेली असून त्यांत रक्तवाहिन्या व ज्ञानतंतु सर्वत्र गुंफलेले असतात. ह्यामुळें आंतर त्वचेला कोठें ही स्पर्श झाला कीं तो आपल्याला समजतो, आणि तिला अंमळ दुखापत झाली कीं तींतून रक्त निघतें. त्वचेचे हे दोन्ही थर किंवा पडदे एकमेकांस अगदीं लागून असतात. भाजल्यामुळें फोड येतो अगर खरजेचा फोड होतो, तेव्हां फक्त वरची त्वचा मात्र उचलते.

३. त्वचेंतील रंगीत पदार्थ.——बाह्यत्वचा कांद्याच्या पापुद्र्याप्रमाणें पातळ, पांढुरकी व अर्धवट पारदर्शक असते. आंतर त्वचेचा रंग पांढरा असतो. मग माणसें काळीं, गोरीं, पिवळट किंवा तांबूस कां दिसतात? आपल्यांत पुष्कळ माणसें काळीं व कांहीं गोरीं असतात. पण सिद्दी फारच काळे आणि युरोपियन लोक फार गोरे असतात. चिनी व जपानी लोक पिवळट व अमेरिकेंतले मूळचे लोक तांबूस असतात. मनुष्य जातींच्या चेहऱ्यांचें चित्र दाखवावें. हें कशानें होतें? बाह्य त्वचा व आंतर त्वचा यांच्या मध्यें एका पदार्थाचा अगदीं पातळ असा थर असतो. त्या पदार्थाच्या रंगाप्रमाणें माणसाचा रंग दिसतो. देश, हवा, पाणी इत्यादिकांमुळें वेगवेगळ्या जातींचा रंग असा निराळा झाला आहे. उन्हांत फिरल्यानें, दुखण्यानें, फार श्रमानें मनुष्यांचा रंग बदलतो, व एका मनुष्याच्या सर्व भागाचा रंग एकसारखा नसतो, ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. त्वचेचे भाग किती

असतात ?–तीन.—कोणते ?–बाह्य त्वचा, आंतर त्वचा आणि रंगीत पदार्थांचा थर.—बरोबर. त्वचेच्या चित्रांत किंवा फळ्यावरील आकृतींत हे तिन्ही भाग दाखवावे. [आकृति १९ पहा.]

३. स्वेदग्रंथि.

आपण उन्हांतून फिरलों तर किंवा उन्हाळ्यांत घरांत असलों तरी काय होतें ?—आपल्यास घाम येतो.—घाम कोठून येतो ?–आपल्या त्वचेला बारीक भोंकें असतात त्यांतून.—बरोबर. ह्या भोंकांस रंध्रें ह्मणतात. आपल्या सर्व अंगभर हीं रंध्रें असतात. तीं कोठें कमी व कोठें जास्त ह्मणजे एक चौरस इंच जागेंत सुमारें चारशें पासून पंचवीसशें पर्यंत असतात. सर्वांत तळहात व तळपाय ह्यांत जास्त असतात. हीं रंध्रें ह्मणजे एका प्रकारच्या नळ्यांचीं तोंडें होत. ह्या नळ्यांची लांबी सुमारें पाव इंच असते. ह्यांचीं दुसरीं टोंकें आंतर त्वचेंत असतात व तेथें त्यांचीं वेटाळीं होऊन त्यांची एकेक गुठळी बनलेली असते. स्वेद ह्मणजे घाम. ह्मणून त्या नळीला स्वेदनालिका ह्मणतात. ग्रंथि ह्मणजे गांठ किंवा गुठळी. ह्मणून स्वेदनलिकेच्या गुठळीला स्वदग्रंथि ह्मणतात. [आकृति १९ पहा.] ह्या स्वेद ग्रंथींवर रक्तवाहिन्यांचें जाळें पसरलेलें असतें. पाण्यानें कांठोकांठ भरलेल्या ह्या कांचपात्राच्या तोंडावर हा टिपकागद ठेवितों. काय झालें ?—टिपकागदानें पाणी शोषून घेतलें. ह्याप्रमाणेंच रक्तवाहिन्यांतल्या रक्तांतील पाणी व त्यांतील मळ स्वेदग्रंथि शोषून घेतात. तोच घाम होय. हा घाम स्वेदनलिकांतून बाहेरच्या त्वचेवर येतो. ह्या सर्व स्वेदनलिका एकीपुढें एक जोडिल्या तर त्यांची लांबी चौदा पंधरा कोस भरेल !

४. स्नेहग्रंथि.

आंतर त्वचेमध्यें आणखी एक प्रकारच्या गुठळ्या असतात. त्यांत एक तेलकट पदार्थ उत्पन्न होतो. ह्यांना स्नेहग्रंथि ह्मणतात. स्नेह ह्मणजे तेल. स्नेहग्रंथींतच केंसांचीं मुळें असतात.

५. त्वक्कंटक.

आंतरत्वचेवर बारीक रवे असतात. त्यांना त्वचेवरील कांटे

अशा अर्थाचें त्वक्कंटक हें नांव आहे. हे रवे ओठें, ओंठ, जीभ या भागांत जास्त असतात. जेथें हे रवे जास्त तेथें स्पर्शज्ञानही जास्त असतें. स्नेहग्रंथि व त्वक्कंटक ह्यांविषयीं तुम्हाला जास्त माहिती पुढें मिळेल. तूर्त इतकी माहिती पुरे.

६. घाम आल्यानें काय होतें?

मडक्यांतून पाणी पाझरतें. तें पाणी बाहेरच्या हवेंत सुकून गेलें म्हणजे आंतलें पाणी गार होतें. हें मुलांकडून काढून घ्यावें. एकाद्यानें खूप मेहनत केली तर त्याचें अंग तापतें. तसेंच उन्हांत किंवा शेकाशीं बसल्यानें अंग तापतें. अंग तापलें म्हणजे घाम येतो. तो घाम हवेंत सुकून गेला म्हणजे अंग निवून बेताचें ऊन राहतें. आपण सावलींत स्वस्थ बसलों असतांही आपल्यास थोडासा घाम एकसारखा येत असतोच. पण तो येतांच सुकून जात असल्यामुळें आपल्यास समजत नाहीं, आपलें अंग बेताचें ऊन राखणें हें काम घाम आल्यानें होतें. घामावाटे आपल्या रक्तांतील मळ -विषारी पदार्थ-बाहेर पडतो, हा एक घामाचा मोठा उपयोग आहे. एका दिवसांत अर्ध्या शेरापासून दोन शेरांपर्यंत पाणी घामावाटे आपल्या अंगांतून निघत असतें.

७. त्वचा स्वच्छ राखण्याची आवश्यकता.

स्वाभाविक रीतीनें घाम आल्यानें कसा उपयोग आहे तें तुह्माला समजलें. हें घाम येण्याचें बंद झालें तर आपल्या अंगाची उष्णता बेताची राहणार नाहीं, व रक्तांतील विषारी पदार्थ बाहेर जाण्याचें बंद होईल. घाम येण्याचें बंद होण्याचीं दोन तीन कारणें आहेत, त्यांस जपलें पाहिजे. घामावाटे जो मळ बाहेर येतो त्यानें त्वचेचीं रंध्रें चोंदून बंद पडतात. तीं बंद न पडण्यास काय करावें?—रोज आंघोळ करून सर्व अंग नेहमीं स्वच्छ राखावें.—बरोबर. त्वचेला गारठा लागल्यास त्वचेचीं रंध्रें आकुंचन पावतात, त्यामुळें घाम बरोबर येईनासा होतो. ह्याला काय बरें करावें?—अंगांत कपडे घालून अंगाला गारठा लागूं देऊं नये.—गारठा लागूं नये ह्मटलें, ह्मणून गार पाण्याला भिण्याचें कारण नाहीं.

गार पाण्यानें आंघोळ करून अंग चांगलें घांसलें असतां मळ येण्याचें बंद होत नाहीं; उलट तें काम चांगल्या प्रकारें चालतें. असो. त्वचेबद्दलची पुष्कळ माहिती तुह्माला आज समजली. ही माहिती चांगली लक्षांत ठेवा.

फळ्यावरील टिप्पण.

त्वचेचे भाग.	आंतर त्वचेंत—	त्वचेचे उपयोग.
१, बाह्य त्वचा.	१. रक्तवाहिन्या,	१. शरीराचें संरक्षण होतें.
२. रंगीत पदार्थांचा थर.	२. ज्ञानतंतु,	२. स्पर्शज्ञान होतें.
३. आंतर त्वचा.	३. स्वेदग्रंथि,	३. शरीरांत बेताची उष्णता राहते.
	४. स्नेहग्रंथि,	४. शरीरांतील मळ घामावाटे निघून जातो.
	५. त्वक्कंटक हीं असतात.	

पाठ चव्वेचाळिसावा.

पीठ.

पाठाचें साहित्य.—सर्व प्रकारचीं धान्यें व कडदण, सर्व धान्यांचें स्वच्छ पीठ व कोंड्यासह पीठ, जातें अगर त्याचा नमुना, स्लेटीचे दोन तुकडे किंवा दोन चापट व गुळगुळीत दगड, टाकी, चाळण आणि रवा, पिठी वगैरे पिठाचे प्रकार.

पदार्थपाठमाला गुच्छ पहिला, यांतील अठ्ठाविसाव्या पाठापैकीं आवश्यक गोष्टींची प्रथम उजळणी करून धान्य कसें उगवतें, वाढतें वगैरे गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या.

मुलांनो, भाकर तुम्ही रोज खातां. ती कशाची केलेली असते?—पिठाची.—कोणत्या धान्यांचें पीठ भाकरीच्या उपयोगी पडतें?—गहूं, तांदूळ, बाजरी, जोंधळा, नाचणी, वरी इत्यादि.–यांपैकीं कोणत्या धान्यांचा उपयोग फार होतो?—बाजरी व जोंधळा.–गहूं महाग असल्यामुळें तो श्रीमंत लोक मात्र खातात. जेथें गहूं पुष्कळ पिकतो व स्वस्त विकतो तेथें मात्र गरीब लोक गव्हाची भाकर किंवा पोळी खातात. कोंकणांत तांदुळाची भाकर करितात. नाचणी, वरी इत्यादि हलकीं धान्यें बहुधा कोंकणांत होतात व तेथें तीं गरीब लोकांस भाकरीच्या उपयोगीं पडतात. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. निरनिराळ्या धान्यांचें पीठ मुलांस दाखवून तें ओळखून घ्यावें. मुलांस धान्यें दाखवून त्यांचे रंग विचारावे. धान्यांचे रंग असे निराळे असतां हीं त्यांचीं पिठें पांढरीं कां?—धान्यांचीं वरील टरफलें निरनिराळ्या रंगांचीं असतात, तरी आंतील पिठाचा रंग पांढराच असतो.—नागली, जोंधळे, गहूं व बाजरी ह्यांचे दाणे चुरडून ही गोष्ट स्पष्ट करावी. धान्याचें पीठ कसें करितात?—धान्य जात्यानें दळून.—मुलांस जातें अगर त्याचा नमुना दाखवून मुलांकडून जात्याचें वर्णन करवावें. दोन वाटोळे व एका अंगानें अगदीं चापट असे दगड असतात. ह्या दोन दगडांस जात्याच्या तळ्या म्हणतात. खालच्या तळीस मधोमध भोंक असतें. त्यांत लाकडाचा किंवा लोखंडाचा खुंटा गच्च बसवितात. वरच्या तळीसही एक मोठें भोंक असून त्यावर दाणे घालण्यासाठीं उंच गळा असतो. दोन्ही तळ्यांच्या सपाट बाजवा एकमेकींस लागलेल्या असतात, व खालच्या तळीस बसविलेला खुंटा वरच्या तळीच्या गळ्यांतून थोडा वर निघालेला असतो. वरच्या तळीस वरच्या बाजूस एक वाटोळी खांच असते, तींत लांब खुंटा बसवितात. ह्या खुंट्यास धरून दळतांना वरची तळी फिरते; दळतांना खालची तळी हालत नाहीं. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. जात्यांत दर वेळीं थोडे थोडे दाणे घालितात त्यांस काय म्हणतात?—वैरण असें म्हणतात.—वरच्या

तळीच्या गळ्यांत वैरण घातल्यावर त्याचें काय होतें?—दळण्यास सुरुवात केली म्हणजे त्यांतले दाणे हळू हळू दोहों तळ्यांच्या मध्यें पुढें पुढें जाऊन चेंगरले जातात, व दोन्ही तळ्या एकमेकींवर घांसत असतां त्यांचें पीठ होऊन शेवटीं खालीं पडतें.—स्लेटीचे दोन तुकडे किंवा दोन चापट व गुळगुळीत दगड मुलांस दाखवावे. ह्यांत हे धान्याचे दाणे घालून चेंगरितों. काय झालें?—दाणे चेंगरले नाहींत; दगड गुळगुळीत असल्यामुळें ते निसटले.—तर मग जात्यांतही असेंच कां होत नाहीं? जात्याच्या तळ्याही गुळगुळीत नसतात काय?—नाहीं. जात्याच्या तळ्या अगदीं गुळगुळीत नसतात. जातें झिजून तळ्या गुळगुळीत झाल्या म्हणजे धान्य चांगलें दळलें जात नाहीं.—जात्यानें धान्य चांगलें दळलें जावें म्हणून काय करितात?—जात्यास टाकी देतात.—टाकी नांवाचें पोलादी हत्यार दाखवावें. चिरे व इतर दगड घडण्यास पाथरवट टाकीच घेतात. जात्याच्या दोन्हीं तळ्यांवर टाकीनें सारखे ओळींनें घाव मारून त्यांवर बारीक बारीक खांचा पाडितात. ह्यास जात्यास टाकी लावणें म्हणतात. धान्य दळलें जातें तें ह्या टाकीमुळेंच. ह्या सर्व गोष्टी मुलांच्या लक्षांत आणून द्याव्या.

सर्व प्रकारचें कोंड्यासह पीठ दाखवावें, व तें ओळखून घ्यावें. असलेंच पीठ भाकरीस घेतात काय?—नाहीं.—धान्य दळल्यावर पीठ भाकरीच्या उपयोगीं पडण्याजोगें होण्यास काय करावें लागतें?—तें पाखडून व वेचून त्यांतून कोंडा ह्मणजे टरफलाचा अंश व रवा ह्मणजे धान्याचे जाडे कण निराळे काढावे लागतात.—कोंडा किंवा रवा काढण्याची दुसरी रीत कोणास ठाऊक आहे?—पीठ चाळणीनें चाळलें ह्मणजे बेताचें बारीक पीठ खालीं पडून कोंडा व रवा वर राहतो.—कोंड्याचें काय करितात?—जनावरांस घालितात. गरीब लोक कोंड्यांत थोडें पीठ मिसळून त्याची भाकर करितात.—रव्याचें काय करितात?—गव्हाच्या व तांदुळाच्या रव्याचे अनेक पदार्थ होतात. इतर धान्याचा रवा पुन्हा दळितात किंवा त्याची पेज, कण्हेरी किंवा अंबील करितात.—बाजारांत जें पोतींच्या पोतीं

पीठ विकावयास येतें, तें लहान जात्यांनीं दळल्यास फार वेळ लागतो, ह्मणून त्याकरितां फार मोठालीं जातीं असतात. हीं जातीं माणसांनीं ओढलीं जाणार नाहींत, हें उघड आहे. तीं जातीं यंत्रांच्या साह्यानें फिरतात व तीं यंत्रें पाणचक्की, पवनचक्की किंवा वाफेचें एंजिन ह्यांनीं चालतात. ह्या यंत्रांची माहिती व त्यांनीं दळण्याचें वगैरे काम कसें होतें तें तुह्माला पुढें समजेल. कोंडा, रवा, सांजा, सपींठ, पिठी, भरडा वगैरे पिठाचे प्रकार मुलांस दाखवून त्यांचीं नांवें त्यांस विचारावीं व माहीत नसल्यास आपण सांगावीं. पिठाच्या ह्या प्रकारांचा केव्हां कसा उपयोग करितात, तें समजावून द्यावें. हरबरा, मूग वगैरे धान्यांस काय ह्मणतात?—कडधान्यें किंवा कडदण.—ह्यांची भाकरी करितात काय? कां नाहीं?

पाठ पंचेचाळिसावा.

शेतकांचीं कामें.

पाठाचें साहित्य.—नांगर, कुळव, पाभर, कोळपें, खुरपें, विळा, अगर ह्यांचे लहान नमुने आणि गहूं, बाजरी, मका, ज्वारी ह्यांचीं कणासांसह ताटें.

पाठापूर्वीची तयारी.—हा पाठ देण्यापूर्वी मुलांस सवडीप्रमाणें चार पांच वेळां शेतावर फिरावयास न्यावें. नांगर, कुळव, पाभर, कोळपें हीं आउतें; हातानें गवत काढून व जमीन थोडी उकरून मोकळी करण्याचें खुरपें, विळा वगैरे हत्यारें; खळें, तिवडा हीं मुलांस दाखवून ठेवावीं. नांगरणी, कुळवणी, पेरणी, कोळपणी हीं कामें आउतानें कशीं चाललीं असतात, मळणी कशी चालते, धान्य वाळवून तें साफ कसें करितात, ह्या गोष्टी प्रत्यक्ष दाखवून ठेवाव्या. मुलांस शेतावर नेऊन दाखविलेल्या ह्या गोष्टींचें पाठ चालू असतां त्यांस स्मरण द्यावें ह्मणजे पाठाचा विषय त्यांस नीट समजेल.

पहिल्या गुच्छांतील अडतिसाव्या व एकोणचाळिसाव्या पाठांतल्या आवश्यक गोष्टींची उजळणी करावी.

मुलांनो, तुह्माला निरनिराळ्या पाठांत शेतीसंबंधानें बरीच माहिती मिळालेली आहे. कोंकणांत मुख्य धान्यें कोणतीं होतात? —भात, नागली, वरी इत्यादि.—भातशेतीसंबंधानें तुह्माला पूर्वीं माहिती दिलेलीच आहे. [गुच्छ पहिला, पाठ एकोणचाळिसावा.] नागली, वरी ह्यांच्या पिकासंबंधानें जीं शेतकीचीं कामें करावीं लागतात, तीं बहुतेक भातशेतीसारखींच असतात. कोंकणांत आणखी धान्यें कोणतीं पिकतात?—हरबरा, मूग, तूर, उडीद, वाल आणि क्वचित गहूं.—बरोबर. ह्या धान्यांचें पीक देशावर फार होतें. हीं पिकें काढण्याची रीत देशावर व कोंकणांत बहुतेक एकसारखीच आहे. भातशेतीच्या व ह्या दुसऱ्या पिकांच्या कामांतील सारखेपणा व फरक हीं थोडक्यांत सांगावीं. बरें, शेतकीसंबंधानें शेतकऱ्यांना जीं कामें करावीं लागतात, त्यांतील मुख्य कामें कोणतीं?—पेरणी, बेणणी, कापणी व मळणी.—बरोबर. पेरणी करितांना काय करावें लागतें? —जमीन नांगरावी लागते.— बरोबर. त्याला नांगरणी ह्मणतात. नांगरणीनें काय होतें?—जमीन उखळून तिच्या वरच्या थरांतील माती मोकळी होते.—जमीन जशी असेल व जें धान्य पेरणें असेल त्याप्रमाणें ती एकदां किंवा अधिक वेळां नांगरितात. जमीन एक वेळ नांगरिल्यावर तींतील ढेकळें फोडून माती बारीक करितात. त्याला कुळवणें ह्मणतात. कुळवण्याकरितां नांगराप्रमाणें बैल जोडून ओढण्याचें एक आऊत असतें त्याला कुळव ह्मणतात. कुळव किंवा त्याचा नमुना मुलांस दाखवून कुळवानें माती कशी फुटते वगैरे नीट समजावून द्यावें. नांगरणी व कुळवणी हीं झाल्यावर शेतांत धान्य पेरितात. रोपें एका ओळीनें व सारख्या अंतरावर रुजावीं ह्मणून पेरणी करण्याकरितां पाभर नांवाचें आऊत असतें. मुलांस पाभर किंवा तिचा नमुना दाखवून तिनें पेरणी कशी करितात तें दाखवावें.

पेरणी होऊन रोपें वाढूं लागल्यावर मग काय करावें लागतें? —बेणणी.—बेणणी कां करावी लागते?—धान्याच्या रोपांस गवतामुळें दाटी होऊं नये, व शेतांतील खताचा अंश रोपांस मिळण्याऐवजीं गवतास मिळून तो फुकट जाऊं नये ह्मणून.—बरोबर.

कोंकणांत वेणणी करण्याचा मुख्यत्वें इतकाच हेतु असतो. पण नुसत्या ओलाव्यावर जेथें पिकें व्हावयाचीं असतात तेथें जमिनींतील ओलावा कायम राखण्याचीही जरूर असते. जमिनीचा वरचा भाग खरवडून त्याचा भुगा केल्यास खालच्या जमिनींतील ओलावा फार वेळ टिकतो; तसें न केल्यास ती भेगळून ओलावा वाफेच्या रूपानें उडून जातो. ह्मणून रोपांत वाढलेलें गवत निघून रोपांच्या भोंवतालची जमीन उखळून निघण्याकरितां कोळपें ह्मणून एक आऊत असतें तें शेतांत फिरवितात. शेतांत कोळपें फिरविण्याला कोळपणें ह्मणतात. कोळपें किंवा त्याचा नमुना दाखवून तें कसें फिरवितात, व त्यानें रोपांस इजा न होतां त्यांच्या रांगांतील गवत निघून माती कशी उकरली जाते, हें दाखवावें. जमिनीचा मृदुपणा कायम राहून रोपांचीं मुळें तींत सहज शिरतात आणि त्यांस जमिनींतील खताचा अंश पोहोंचतो हा कोळपण्यापासून आणखी मोठा उपयोग आहे.

भाताची कापणी कशी करितात तें तुह्मास माहीतच आहे. गव्हाची कापणी तशीच करितात. बाजरी व जोंधळा ह्यांचीं ताटें मुळांसुद्धां उपटितात. क्वचित कापूनही काढितात. मक्याचीं कणसेंच मोडून काढितात. मुलांच्या माहितींतील इतर धान्यांची कापणी कशी करितात तें विचारावें. मुळांसुद्धां धान्य उपटणें, मुळांशीं चार बोटें वगळून कापणें किंवा मक्याप्रमाणें कणसें खुडून घेणें असे कापणीचे तीन प्रकार असतात. कोणत्या प्रकारांत कशी सोय असते व त्या सोईप्रमाणेंच शेतकरी आपलें काम कसें करितात, तें स्पष्ट करावें.

गव्हाचीं लोंब्यांसह ताटें; वाल, उडिद, मूग, हरबरा ह्यांचीं सगळालीं झाडें; जोंधळा, बाजरी, मका ह्यांचीं नुसतीं कणसें खळ्यावर पसरून वाळवितात, व मग काठ्यांनीं झोडून किंवा बैलांच्या पायांखालीं तुडवून त्यांची मळणी करितात. मळणी केली ह्मणजे धान्य सुटें होऊन भुसा मोकळा होतो. धान्यासुद्धां भुसा वारवला ह्मणजे भुसा लांब उडून जाऊन धान्य खालीं पडतें. मुलांस ह्या गोष्टी नीट समजावून द्याव्या.

पाठ शेचाळिसावा.

चामडें.

पाठाचें साहित्य.—धुवून वाळवलेल्या कच्च्या सकेश कातड्याचा तुकडा, कमावलेल्या कातड्याचा तुकडा, रंगविलेल्या कातड्याचा तुकडा, बाभूळ, जांभूळ, आंवळी वगैरेच्या साली, मीठ, चुना वगैरे.

पूर्वीची तयारी.—गांवांत चांभार लोक असल्यास त्यांजकडे मुलांस दोन तीन वेळां नेऊन कातडीं कमावण्याचें काम प्रत्यक्ष दाखवावें. मुलांनीं तेथें पाहिलेल्या गोष्टींचा उल्लेख पाठ देतेवेळीं करावा.

प्रथम त्रेचाळिसाव्या पाठाची थोडक्यांत उजळणी करावी, आणि आपली त्वचा व गाय, बैल, म्हैस, घोडा इत्यादि जनावरांची त्वचा एकसारखीच असते, हें मुलांच्या लक्षांत आणून द्यावें.

मुलांनो, तुमच्या पायांत जोडे आहेत ते कशाचे केले आहेत?—चामड्याचे.—चामड्याच्या आणखी कोणत्या वस्तु तुम्ही पाहिल्या आहेत?—पैसे ठेवण्याचीं पाकिटें, सामान भरण्याचीं पाकिटें, घोड्यांचे खोगीर, मोटा, पखाली, पोहरे, वाद्या, व तबला, मृदंग, ढोल, नगारा इत्यादि वाद्यांचीं पुडें वगैरे.—चामड्याचा आणखीही पुष्कळ कामांत उपयोग होतो. बरें, हें चामडें कशापासून करितात?—गाय, बैल, घोडा, बकरें, मेंढरूं व आणखी कांहीं जनावरें यांच्या कातड्यापासून.—मेलेल्या जनावराचें खाटिक, महार किंवा चांभार लोक कातडें सोलून काढितात, तें तसेंच ठेविलें तर जोडे किंवा इतर पदार्थ करण्याच्या उपयोगीं पडत नाहीं. तें नासून व कुजून जातें, आणि त्याला अतिशय घाण सुटते. कमाविलेलें कातडें नासत किंवा कुजत नाहीं, व त्याला घाणही येत नाहीं. नुसत्या कातड्यांत व कमाविलेल्या कातड्यांत आणखीही फरक होतो. नुसतें कातडें सच्छिद्र असतें, पण पोहरा, मोट, पखाल यांतून पाणी बाहेर जात नाहीं. हें मुलाकडून काढून घ्यावें. ताज्या कातड्यापासून चामडें बनविण्यास काय करावें लागतें तें आतां पाहूं.

धुणें व वाळविणें.---सोलून काढिलेल्या ताज्या कातड्यास रक्त व मांसाचे कण लागून राहिलेले असतात, ह्मणून ते घालविण्याकरितां चांभार लोक प्रथम कातडें स्वच्छ धुतात आणि वाळवितात. कातडें असें धुतलें व वाळविलें नाहीं तर काय होईल?

कमावणें.—ताजें कातडें व चामडें यांत पाहतांच कोणता फरक दिसतो?---ताज्या कातड्यावर केंस असतात; चामड्यावर नसतात.---कातड्यावरचे केंस आणि त्याच्या त्वचेवरचा पापुद्रा घालविणें; तें सच्छिद्र असतें तें घट्ट बनविणें आणि तें कुजूं न देणें, ह्या तीन गोष्टी चामडें कमावितांना चांभारास करावयाच्या असतात. ताजें कातडें धुवून सुकविल्यावर चांभार तें एका मोठ्या कुंडींत महिना दोन महिने पाण्यांत भिजत ठेवितात. कातडें नुसतें पाण्यांत भिजत ठेविल्यानें ह्या गोष्टी होतील काय?---नाहीं. उलट कातडें कुजून जाईल.---बरोबर. चांभार त्या कुंडींत चुना, मीठ आणि बाभूळ, आंवळी, जांभूळ किंवा अशाच दुसऱ्या एखाद्या झाडाची साल घालितात. कुंडींत मीठ घालण्याचा हेतु काय असावा बरें?---कुंडींतलें पाणी नासूं नये व भिजत घातलेलें कातडें कुजूं नये, हा मीठ घालण्याचा हेतु असावा.—बरोबर. शिवाय कातडें खारवून निघाल्यानेंच कमावलेल्या चामड्यांत न कुजण्याचा गुण येतो. चुन्यानें कातड्यावरील केंस गळून पडतात, व बाभळीच्या व दुसऱ्या सालींत जो एक तुरट पदार्थ असतो, त्यानें कातडें घट्ट व अच्छिद्र होतें. कातडें जसें पातळ किंवा जाड असेल त्या मानानें महिना दोन महिने कुंडींत भिजत ठेवल्यावर मग तें बाहेर काढून धुतात व वाळवितात. नंतर त्याची आंतली बाजू रांपीनें सोलून किंवा घांसून साफ करितात. हें कमाविलेलें चामडें होय.

रंगविणें.---कमाविलेल्या कातड्यास बाभळीच्या सालीचा किंवा दुसरा जो पाहिजे असेल तो रंग एका किंवा दोहों अंगांनीं देतात.

उपयोग.---चामड्याचे उपयोग विचारावे व त्याच्या अंगच्या कोणकोणत्या गुणांमुळें तें त्या कामीं विशेष उपयोगीं पडतें, हें मुलांकडून काढून घ्यावें.

[मोठाल्या कारखान्यांतील चामडीं कमाविण्याच्या रीति, चामड्यांचे भिन्न प्रकार वगैरे यांचा एथें मुद्दामच उल्लेख केलेला नाहीं; तो विषय ह्या इयत्तेंतील मुलांस नको.]

फळ्यावरील टिप्पण.

साधें कातडें.	कमाविलेलें चामडें.
मऊ व लिबलिबीत.	टणक, बळकट आणि टिकाऊ.
सडतें.	सडत नाहीं.
सच्छिद्र; पाणी शोषतें.	अच्छिद्र[१]; पाणी शोषीत नाहीं.

पाठ सत्तेचाळिसावा.

लोंकर.

पाठाचें साहित्य.—मेंढराचें लोंकरीसह कातडें, कच्ची न धुतलेली व धुतलेली लोंकर, रंगीत लोंकर, विणकामाची लोंकर, लोंकरीच्या कापडाचे दोन चार प्रकारचे तुकडे, तीन काचपात्रें, कडकडीत पाणी, दोन हातरुमाल, फ्लानेलचा तुकडा, मद्यार्काचा दिवा किंवा मेणबत्ती, आणि लोंकरीच्या तंतूचें व केसाचें चित्र किंवा फळ्यावरील आकृति.

पाठास सुरुवात करण्यापूर्वी कडकडीत पाण्यानें तीन काचपात्रें भरावीं व त्यांस बाहेरून हात लावून पाहण्यास मुलांस सांगावें. नंतर त्यांतलं एक काचपात्र फ्लानेलच्या किंवा दुसऱ्या लोंकरीच्या कपड्यांत गुंडाळून व दुसरें कापसाच्या कपड्यांत गुंडाळून तीं एका अंगास ठेवून द्यावीं, व तिसरें उघडेंच ठेवावें.

---

१ पखाल बाहेरून थोडी ओलसर होते, व जोडा बाहेरून पाण्यांत बराच वेळ भिजला तर आंतली बाजू ओली होते, हें खरें, ह्मणजे तें अगदींच अच्छिद्र असतें असें नाहीं.

बालशिक्षण भाग दुसरा, वस्तुपाठ एकोणिसावा यांतील आवश्यक गोष्टींची उजळणी करावी. उन्हाळा असो कीं हिंवाळा असो, मेंढ्या पाळणारे लोक त्यांस रात्रंदिवस उघड्यावर ठेवितात. मेंढीच्या अंगावर दाट लोंकर असून ती हलकी व ऊबदार असते, यामुळें त्यांचा चांगला बचाव होतो. उन्हाळ्यांत लोंकर गळून जाऊन विरळ होते व पुन्हा हिंवाळ्यांत दाट उगवते. ह्या गोष्टी मुलांकडून काढून घ्याव्या. उन्हाळ्यांत मेंढ्यांची लोंकर गळून फुकट जाऊं नये ह्मणून धनगर काय करितात? मेंढ्यांची लोंकर कातरून घेण्याच्या प्रकाराचें वर्णन करवावें. मेंढीच्या अंगावरील कातरलेली लोंकर दाखवावी. तिला कच्ची लोंकर ह्मणतात. छाती, मान व पाठ यांवरील लोंकर उंची असते. बाकीच्या भागांवरील लोंकर कमी प्रतीची असते, ह्मणून ही लोंकर निराळी काढितात. ही कच्ची लोंकर हातांत घेऊन पहा. ही कशी आहे?—ती मळकट व तेलकट आहे.—अशी कच्ची लोंकर कारखान्यांत आली ह्मणजे प्रथम काय केलें पाहिजे?—तिच्यांतला तेलकटपणा व मळकटपणा घालवून ती स्वच्छ केली पाहिजे.—कच्ची लोंकर साबणाच्या पाण्यांत घालून खूब उकळतात ह्मणजे ती स्वच्छ होऊन तिच्यांतला तेलकटपणा जातो. मुलांस रंगीत लोंकर व लोंकरीच्या रंगीत कापडाचे तुकडे दाखवावे. लोंकरीचा मूळचा रंग कसा असतो?—पांढरा किंवा काळसर.—बरोबर. लोंकर धुवून स्वच्छ केल्यावर वाळवितात आणि मग तिला पाहिजे असेल तो रंग देतात.

कापसांतल्या सरक्या काढल्यावर सूत काढण्यापूर्वीं त्याचें काय करितात?—तो पिंजतात.— कापूस पिंजल्यानें काय होतें?—त्याचे तंतु मोकळे होतात.—ही कच्ची लोंकर पहा. हिचे तंतु एकमेकांत अगदीं गुंतलेले आहेत. ते मोकळे करण्यास काय करावें लागत असेल?—लोंकर पिंजावी लागत असेल.—कापूस पिंजण्याची पिंजाऱ्याची कमान किंवा तिचें चित्र दाखवावें. कापूस पिंजण्याच्या कृतीचें वर्णन करवावें. लोंकरही अशीच पिंजतात. मोठाल्या

कारखान्यांत, गिरण्यांत, लोंकर पिंजण्याचीं यंत्रें निराळ्या प्रकारचीं असतात. पिंजलेली लोंकर मिळाल्यास दाखवावी. लोंकर पिंजल्यावर तिचें पीळ घालून सूत काढितात. कापसाचें सूत काढण्याच्या कृतीचें वर्णन करवावें. लोंकरीचें सूत काढण्याची कृति अशीच असते. लोंकरीचें सूत निघाल्यावर त्याचें कापड विणण्याची रीतिही कापसाच्या कापडाप्रमाणेंच असते. कांहीं जातीचें तलम कापड मागावरून काढ-ल्यानंतर त्याचे आडवे उभे धागे निराळे दिसूं नयेत, तें आखडून घट्ट व जाड व्हावें, आणि त्यावर फूल येऊन तें मऊ व गुळगुळीत व्हावें, ह्मणून त्यावर आणखी कांहीं प्रयोग करावे लागतात; पण ते भानगडीचे असल्यामुळें या इयत्तेंतील मुलांस सांगूं नयेत. गळपट्टे वगैरे विणकामाकरितां लोंकर कशी लागते ती दाखवावी. तिचें पीळ उलगडून दाखवावे, आणि पिंजलेल्या लोंकरीपासून ती कशी तयार करितात, त्याचें वर्णन करवावें.

लोंकर पाणी शोषून घेते, ती वाटेल तशी दबते, ती फार लव-चीक आणि स्थितिस्थापक आहे, ती चिवट, हलकी आणि मऊ आहे, तिचे तंतु फार बारीक आहेत, ह्या सर्व गोष्टी मुलांकडून प्रश्नोत्तररूपानें काढून घ्याव्या. लोंकरीच्या अंगांत हे गुण असल्या-मुळें तिचें कापड कसें उपयोगीं झालें आहे, तें नीट समजावून द्यावें. लोंकरीच्या कापडांत आणखी मुख्य गुण कोणता असतो?—-तें गरम, ऊबदार असतें.—-हात रुमालाचा बोळा दिव्याजवळ नेऊन तापवावा. त्यास हात लावून पाहण्यास मुलांस सांगावें. लोंक-रीचें कापड असेंच गरम किंवा ऊबदार लागतें काय? लोंकरीच्या कापडास हात लावून पाहण्यास सांगावें.—-लोंकरीचें कापड ऊबदार, गरम असें आपण ह्मणतों, पण तें तापविलेल्या रुमालासारखें गरम नसतें.—-तर मग गरम ह्याचा अर्थ काय? उघडें ठेविलेल्या ऊन पाण्याच्या काचपात्रास हात लावून पाहण्यास सांगावें. तें आतां निवालें असेल. नंतर कापसाच्या कपड्यांत गुंडाळलेलें काचपात्र दाखवावें, तेंही निवालें असेल, तरी उघड्या काचपात्रापेक्षां त्यांतलें पाणी कांहींसें कोमट लागेल. मग लोंकरीच्या कपड्यांत गुंडाळलेलें

काचपात्र दाखवावें. त्यांतलें पाणी बहुतेक पहिल्या इतकेंच गरम राहिलें आहे, असें दिसून येईल. लोंकरीचें कापड गरम, ऊबदार ह्मणजे काय तें आतां कळेल. आपल्या अंगाला भोंवतालची थंड हवा लागली, ह्मणजे उघड्या ठेविलेल्या काचपात्रांतील पाण्याप्रमाणें त्यांतील उष्णता निघून जाऊन तें गार होऊं लागतें. कापसाच्या कपड्यानें आपल्या अंगांत थोडी जास्त ऊब राहते व लोंकराच्या कपड्यानें पुष्कळ राहते. कपड्यांत गुंडाळलेल्या दोहों काचपात्रांवरून ही गोष्ट नीट समजावून द्यावी.

लोंकरीचे मुख्य उपयोग तुह्माला कोणत माहीत आहेत? लोंकरीच्या उंची कापडांचीं कांहीं नांवें सांगा. गरीब लोकांजवळ लोंकरीचीं वस्त्रें कोणतीं असतात? ह्या पाठाचे आरंभींच केंस व लोंकर हीं भिन्न आहेत, हें सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून दाखवावें. सूक्ष्मदर्शक यंत्र नसल्यास केंस व लोंकरीचा तंतु हे त्यांतून पाहिले असतां कसे दिसतात त्याचीं चित्रें दाखवावीं.

पाठ अठ्ठेचाळिसावा.

घड्याळ.

पाठाचें साहित्य.—जाड कागदाच्या केलेल्या घड्याळाच्या दोन तबकड्या कांट्यांसह, पैकीं एकीवर मराठी आंकडे व एकीवर रोमन आंकडे असावे; घड्याळ.

प्रथमतः दिवस व रात्र म्हणजे काय? दिवस व रात्र कशानें होतात? उजाडणें, सकाळ, दुपार, तिसरा प्रहर, सायंकाळ, रात्र, मध्यरात्र, पहाट म्हणजे काय? हें मुलांकडून काढून घ्यावें. अमुक एक गोष्ट केव्हां घडली तें सांगतांना आपण ह्या शब्दांचा उपयोग करितों. पण ह्या शब्दांवरून आपल्यास बरोबर वेळ समजत नाहीं. तुह्मी शाळेंत केव्हा येतां? सकाळीं शाळा केव्हां सुटते? दुपारीं शाळा केव्हां भरते? सायंकाळीं शाळा केव्हां सुटते? ह्या प्रश्नांचीं

उत्तरें मुलें अमुक वाजतां अशीं देतील. शाळा भरण्याचा व सुट- ण्याचा वेळ आपल्याला कशावरून समजतो?—घड्याळावरून.—वेळ बरोबर समजण्याकरितां सगळ्या दिवसाचे बरोबर चोवीस भाग केलेले आहेत. त्या प्रत्येक भागास तास असें म्हणतात. सूर्योदयापासून तों पुन्हा सूर्योदय होईपर्यंत किती तास होतात?—चोवीस.—हे दिवसाचे चोवीस भाग किंवा चोवीस तास आप- ल्याला घड्याळावरून समजतात. उजाडतें तेव्हां घड्याळांत साधा- रणतः किती वाजतात? भर दुपारीं किती वाजतात? सायंकाळीं दिवस मावळतांना? आणि मध्यरात्रीच्या सुमारास? योग्य उत्तरें घ्यावीं. आतां घड्याळाकडे पाहतांच वेळ कसा समजतो तें पाहूं.

ही एक जाड कागदाची केलेली घड्याळाची तबकडी आहे. हिच्यावर घड्याळाच्या तबकडीप्रमाणें वर्तुळ काढिलें असून त्याच्या कडेचे–परीघाचे–बरोबर बारा भाग केलेले आहेत, व त्यांवर एक- पासून बारापर्यंत मराठी आंकडे घातलेले आहेत. मुलांकडून हें तबकडीचें वर्णन काढून घ्यावें. हें काय आहे?—घड्याळाचा कांटा.—हा मी ह्या तबकडीवर बसवून तो बाराच्या आंकड्यावर आणितों. भर दुपारीं किती वाजतात?—बारा.—हा कांटा असा बारावर असतो, तेव्हां बारा वाजले असें समजावयाचें. आतां हा कांटा मी हळू हळू फिरवितों. एकेका आंकड्यावर क्रमानें कांटा नेऊन किती वाजले तें विचारावें, नंतर अमुक वाजतां कांटा कोठें असेल तो फिरवून दाखवा, असे कित्येक प्रश्न विचारावे. एका दिवसांत घड्याळाच्या तबकडीवर कांट्याच्या किती प्रदक्षिणा होतात?—दोन.—कांटा तबकडीवर कोणीकडून कोणीकडे फिरतो?—आपल्या उजवेकडून डावीकडे.—बरोबर.

समोरच्या घड्याळाकडे पहा. त्याच्या तबकडीवरही असेच एक- पासून बारापर्यंत तासांचे आंकडे आहेत. पण ते मराठी आहेत काय? ते रोमन आंकडे आहेत. ते तुह्माला आतां सहज ओळखतां येतील. मुलांस प्रथम एक, पांच व दहा ह्यांच्या खुणा शिकवाव्या. नंतर त्यांच्या जोडणीनें याकीचे आंकडे कसे तयार होतात, हें दाख-

वावें. मुलांस हे आंकडे ओळखतां येऊं लागले ह्मणजे त्यांस रोमन आंकडे मांडलेली कागदाचीच केलेली दुसरी तबकडी दाखवावी, व तीवर कांटा लावावा. नंतर ह्या तबकडीवर कांटा फिरवून किती वाजले तें विचारावें, व अमुक वाजतां कांटा कोठें असेल तें मुलांकडून दाखवून घ्यावें.

ह्या तबकडींत व खऱ्या घड्याळाच्या तबकडींत तुह्माला कोणता मोठा फरक दिसतो?—खऱ्या घड्याळाच्या तबकडीवर दोन कांटे आहेत, व ह्या साध्या तबकडींत एकच कांटा आहे.—बरोबर. ह्या तबकडीवरही मी हा दुसरा कांटा बसवितों. दोन्ही कांटे सारखेच आहेत काय?—नाहींत. हा दुसरा कांटा पहिल्यापेक्षां लांब आहे.—पहिल्या कांट्याला आपण तूर्त आखूड किंवा लहान कांटा ह्मणूं, व ह्या दुसऱ्या कांट्याला लांब किंवा मोठा कांटा ह्मणूं. लहान कांटा एकाच्या, दोहोंच्या, तिहींच्या याप्रमाणें ज्या आंकड्यावर असतो, तितके वाजले असें आपल्याला समजतें. पण तो एक व दोन ह्या आंकडयांच्या किंवा दुसऱ्या कोणत्याही दोन आंकडयांच्या मध्येंच असला तर काय समजावें? ज्या आंकडयाच्या पुढें तो कांटा असेल तितके वाजून गेले आहेत, व ज्या आंकडयाच्या तो मागें असेल तितके वाजावयाचे आहेत, इतकेंच काय तें त्यावरून समजेल; पण बरोबर वेळ समजणार नाहीं. ह्या तबकडीवर पहा. तबकडीच्या वर्तुळावर प्रत्येक दोन आंकडयांमध्यें पांच याप्रमाणें एकंदर साठ भाग पाडिले आहेत. एक वाजतां लहान कांटा एकावर असतो, व दोन वाजतां तो दोहोंवर जातो. ह्मणजे एका तासांत तो पांच लहान घरें जातो. पण तितक्याच वेळांत ह्मणजे एका तासांत हा दुसरा लांब कांटा तबकडीवर सबंध एक प्रदक्षिणा करितो, ह्मणजे साठ लहान घरें चालतो. ह्या घड्याळांत पहा. दोन्ही कांटे बारावर आहेत. लहान कांटा बारावर असला ह्मणजे किती वाजतात?—बारा.—कोणत्याही पूर्ण तासाच्या वेळीं लांब काटा नेहमीं बारावरच असतो. आतां किती वाजले आहेत?—बारा.—आतां हा लांब कांटा मी

हातानें फिरवितों. हा एक पूर्ण प्रदक्षिणा करून पुन्हा बारावर आला. पण आतां आखूड कांटा कोठें गेला आहे?–एकावर.–मग किती वाजले?–एक.–लांब कांटा पुन्हा फिरवितों. तो बारावर आला. लहान कांटा कोठें गेला?--दोहोंवर.–मग किती वाजले?--दोन.–ह्या प्रमाणें तीन ते बारापर्यंत पूर्ण तास होतांना कांटे कसे असतात तें दाखवावें. पूर्ण तासांच्या वेळीं लांब कांटा नेहमीं बारावर व आखूड कांटा त्या त्या आंकड्यावर असतो हें मुलांकडून काढून घ्यावें. लांब कांटा एका तासांत साठ घरें चालतो. एका तासाचे साठ भाग केले तर प्रत्येक भागास मिनिट ह्मणतात. एका तासाचीं मिनिटें साठ. यावरून लांब कांटा एका तासांत मिनिटांचीं किती घरें चालतो?–साठ.–यावरून लांब कांटा बाराच्या आंकड्याच्या पुढें जितकीं घरें गेला असेल तितकीं मिनिटें पूर्ण तास वाजून झालीं असें आपल्याला समजेल. लांब कांटा मिनिटें दाखवितो, ह्मणून त्याला मिनिटकांटा ह्मणतात. तास याला इंग्रजींत आवर ह्मणतात. लहान कांटा तास ह्मणजे आवर दाखवितो, ह्मणून त्याला आवर–कांटा ह्मणतात. आतां मी कांटे फिरवितों. तुह्मी ते पाहून किती वाजून किती मिनिटें झालीं तें सांगा. कांटे पुष्कळ वेळां फिरवून मुलांकडून योग्य उत्तरें घ्यावीं. पंधरा मिनिटें, तीस मिनिटें व पंचेचाळीस मिनिटें ह्मणजे अनुक्रमें पाव, अर्धा व पाऊण तास होतो. ह्मणून ह्या मिनिटांच्या वेळीं सव्वा, साडे व पावणे हीं विशेषणें जोडून तासांचे आंकडे सांगतात. मुलांकडून त्याप्रमाणें वेळ सांगवून घ्यावा. अर्ध्या तासाच्या पुढें अमुक वाजून अमुक मिनिटें झालीं, किंवा अमुक वाजण्यास अमुक मिनिटें कमा आहेत, अशा दोन्ही रीतींनीं वेळ सांगतात. मुलांस ही गोष्ट समजावून देऊन त्यांजकडून दोन्ही रीतींनीं वेळ सांगवून घ्यावा.

पाठ एकूणपन्नासावा.

तराजू.

पाठाचें साहित्य.—तराजू किंवा लहान कांटा, तागडी किंवा तिचा नमुना, वजनें, दोन सारखीं पुस्तकें, दुंडा पैसा (फद्या), दोन दिडक्या, जोखण्याकरितां पुष्कळशी वाळू, कमजास्त वजनाच्या दोन गोट्या, खोटी तागडी किंवा तराजू आणि दांडीचे भाग मोजण्यास फूटपट्टी किंवा सुतळ.

पाठाचा उद्देश.—तराजू किंवा कांटा, वजनें व त्यांचा व्यवहारांतील उपयोग ह्यांची सामान्य माहिती मुलांस दुसऱ्या इयत्तेंत (पहिल्या गुच्छांतील नववा पाठ पहा.) दिलेली असते. तराजूची रचना, तराजूच्या दोहों पारड्यांत सारख्या वजनाचे पदार्थ घातले असतां तराजूची दांडी बरोबर आडवी राहते हा मुख्य नियम व तराजूसंबंधानें इतर माहिता हीं ह्या पाठांत शिकवावयाची.

पहिल्या गुच्छांतील नवव्या पाठाची थोडक्यांत उजळणी करावी. मुलांस तराजू दाखवावा. त्याचें नांव व उपयोग विचारावा. दोन सारखीं पुस्तकें, दुंडा पैसा (फद्या) व दोन दिडक्या, आणि लहान मोठ्या दोन गोट्या वजन करवून त्यांचीं वजनें सारखीं आहेत किंवा कमजास्त आहेत, कमजास्त असल्यास जड कोण व हलकें कोण हें विचारावें. मुलांकडून तराजूचें वर्णन करवावें. पारड्यांचा उपयोग काय ? तीं खोलगट कां करितात ? ह्या तराजूचीं पारडीं कशाचीं केलीं आहेत ? सर्व तराजूचीं किंवा कांट्यांचीं पारडीं धातूंचींच असतात काय ? उत्तरें योग्य व सकारण घ्यावीं. वजन करितांना तराजूचीं पारडीं खालीं कशाला तरी टेंकलीं असलीं तर चालेल काय ?

तराजूच्या एका पारड्यांत एक पुस्तक घालून तो उचलावा. तें पारडें लगलेंच खालीं जाईल. असें कां झालें ? गोपाळ, इकडे येऊन हें दुसरें पारडें हातानें खालीं दाव. ह्या दोन पारड्यांपैकीं

कोणत्या पारड्यावर अधिक भार पडला आहे? गोपाळ, हें पुस्तक पहिल्या पारड्यास जितकें खालीं दाबतें आहे तितकेंच ह्या दुसऱ्या पारड्यास तूं हातानें दाब. मुलांनो, गोपाळानें ह्या दुसऱ्या पारड्यावर पुस्तकाइतकाच भार घातला कीं नाहीं हें तुम्हाला कसें समजतें? दोन्ही पारड्यांवर सारखाच भार पडला आहे किंवा नाहीं हें समजण्याची खूण काय?---दोन्ही पारडीं समतोल राहतात; एक खालीं एक वर अशीं नसतात.—बरोबर. दोन्ही पारड्यांत दान सारखीं पुस्तकें घालून तीं जोखवावीं. पारडीं कशीं राहिलीं आहेत?— समतोल.---ह्यावरून तुह्माला काय समजलें?---पारड्यांतील दोन्ही पुस्तकें सारख्या वजनाचीं आहेत.--- दोहों पारड्यांत सारख्या वजनाचे पदार्थ असतां, पारडीं रिकामीं असतां व दोहों पारड्यांत कमजास्त वजनांचे पदार्थ असतां दांडी कशी राहते तें दाखवून, दांडीच्या मध्यभागीं जो लहान कांटा असतो, तो प्रत्येक वेळीं कसा नीट उभा किंवा तिरपा राहतो, तिकडे मुलांचें लक्ष्य पोंचवावें. दांडी किंचित तिरपी असल्यास आपल्यास समजत नाहीं, पण तें कांट्याच्या टोंकावरून लागलेंच समजतें हें मुलांस दाखवावें. सर्व प्रकारच्या तराजूंना हा कांटा असतोच असें नाहीं. माळी भाजीपाला वगैरे जोखण्यास तराजू घेतात, त्यांच्या दांडीस कधीं कधीं मध्यें कांटा नसून नुसतें भोंक असतें, व ह्या भोंकांत दोरी ओंवून ती हातांत धरून तराजू उचलितात. अशा तराजूस तागडी हें नांव आहे. मुलांस तागडी किंवा तिचा नमुना दाखवावा.

तराजूच्या व तागडीच्या दांड्यांचीं दोहोंकडील टोकें कशानें तरी मोजवावीं, आणि तराजूच्या दांडीच्या बरोबर मध्यभागीं कांटा असतो व तागडीच्या दांडीच्या बरोबर मध्यभागीं भोंक असतें, हें मुलांकडून काढून घ्यावें. दांडीचे भाग लांबआखूड असलेल्या तागडीनें सारख्या वजनाचे पदार्थ जोखले असतां त्यांचें वजन सारखें भरत नाहीं. ह्मणजे पदार्थ सारखेच जड असतांही लांब दांडीकडचें पारडें खालीं जातें, अर्थात त्याचें वजन जास्त आहे असें दिसतें. मुलांस ही गोष्ट प्रत्यक्ष दाखवावी. दांडीचे भाग लांबआखूड असलेल्या

तराजूस किंवा तागडीस खोटी तराजू किंवा खोटी तागडी ह्मणतात. दुकानदाराजवळ खोटी तराजू असल्यास तो गिऱ्हाइकास फसविण्याकरितां वजन कोणत्या बाजूस घालील?—आखूड भागाकडे.—आणि माल कोणत्या बाजूस घालील?—लांब भागाकडे.—असें करण्यानें दुकानदाराचा नफा व गिऱ्हाइकांचा तोटा कसा होतो, तें प्रत्यक्ष दाखवावें. खोट्या तराजूनें लांब भागाकडच्या पारड्यांत एक शेर भरलेला पदार्थ आखूड भागाकडच्या पारड्यांत जोखल्यास एक शेराहून कमी भरतो हें दाखवावें. तराजूच्या खरेपणाबद्दल संशय आल्यास काय करावें?—पदार्थ प्रथम एका पारड्यांत व नंतर दुसऱ्या पारड्यांत घालून वजन करावा. दोहोंवेळीं सारखेंच वजन भरलें तर तराजू खरा, नाहीं तर खोटा असें समजावें.—बरोबर. तराजूच्या खोटेपणाचा आणखीही एक प्रकार आहे. दांडीचे दोन्ही भाग सारखेच लांब असतात, पण एक भाग किंचित जाड असल्यामुळें थोडा जास्त जड असतो, किंवा एका अंगचें पारडें थोडें जास्त ज़ड असतें. पण हा तराजू खोटा असल्याचें तेव्हांच समजतें. पारडीं रिकामीं असलीं तरी तीं समतोल राहत नाहींत. असें असलें ह्मणजे तीं समतोल करण्यास काय करितात?—हलक्या बाजूकडे कांहीं तरी लहान वजन किंवा पदार्थ टाकितात अगर पारड्याच्या सांखळीस बांधून ठेवितात.—पारडीं समतोल करण्याकरितां टाकिलेल्या पदार्थास किंवा वजनास काय ह्मणतात आहे कोणाला ठाऊक? —त्याला पासंग ह्मणतात.—बरोबर. पासंग असलेला तराजू दाखवून त्या संबंधानें नीट समजूत करून द्यावी.

पाठ पन्नासावा.

चहा.

पाठाचें साहित्य.—हिरवा चहा, काळा चहा, दूध, साखर, चहादाणीभर आधणाचें पाणी, तीन कांचपात्रें, रुमाल, चमचा, टाटली, चहाच्या मळ्याचें चित्र व चहाच्या झाडाचें चित्र.

मुलींनो, तुम्हाला दूधदुभतें, भाजीपाला, डाळीडुळी, भातभाकर वगैरे संसारांत नेहमीं लागणाऱ्या पदार्थांविषयीं बरीच माहिती झालेली आहे. अलीकडे आपल्या लोकांत चहा पिण्याची संवय फार वाढत चालली आहे. यास्तव तुम्हाला त्यासंबंधानें माहिती अवश्य पाहिजे नाहीं का? हें ह्या कुपींत काय आहे?—तो चहा आहे.—हें काचपात्र त्यांत थोडें ऊन पाणी घालून विसळून टाकितों, म्हणजे तें स्वच्छ होईल. शिवाय तें सगळीकडे सारखें गरम झाल्यानें त्यांत आणखी कढत पाणी ओतल्यावर एकदम फुटणार नाहीं. आतां ह्या कुपींतला चमचाभर चहा ह्या काचपात्रांत घालून त्यावर ह्या चहादाणींतलें आधणाचें पाणी ओतितों व वर ही ताटली झांकण ठेवितों. काचपात्रांत पाणी ओतितांच काय झालें?—त्याचा रंग बदलूं लागला.—आतां त्या पाण्याचा रंग कसा आहे?—तांबूस उदी.—बरोबर. हें काचपात्रांतलें पाणी म्हणजे पिण्याचा चहाच तयार झाला. मी जें पाणी काचपात्रांत ओतिलें त्यास रंग नव्हता. अर्थात पाण्यास आलेला हा रंग कशाचा?—चहाचा.—ह्या दुसऱ्या काचपात्रांत ही खडूची भुकटी घालून तीवर चहादाणींतलें आधणाचें पाणी ओतितों. काय झालें?—पाण्यांत खडूची भुकटी मिसळून त्यास पांढरा रंग आला.—हीं दोन्ही काचपात्रें तशींच बाजूस ठेवूं. पहा खडूची भुकटी तळाशीं बसूं लागली व वरचें पाणी निवळूं लागलें. दुसऱ्या काचपात्रांतलें पाणी असेंच निवळून कांहीं खालीं बसलें आहे काय पहा?—नाहीं. चहा घातलेल्या काचपात्रांतल्या पाण्याचा रंग पूर्वीसारखा आहे तसाच आहे, व खालीं कांहीं बसलें नाहीं.—ह्या दोहों काचपात्रांत ओतलेलें पाणी एकच होतें, त्यास प्रथम रंग नव्हता. तें काचपात्रांत ओतल्यावर त्यांतील चहानें व खडूनें त्याचा रंग बदलला. खडू तळाशीं बसून पाणी निवळलें. मग तसें चहा घातलेल्या काचपात्रांत कां होऊं नये?—खडू पाण्यांत विरघळला नव्हता; नुसता मिसळला होता. पण दुसऱ्या काचपात्रांतल्या पाण्यांत चहांतला कांहीं अंश विरघळला आहे.—बरोबर.

नुसत्या पाण्यास चव किंवा वास नसतो. ह्या काचपात्रांतलें पाणी थोडें चाखून पहा व त्याचा वास घ्या. ह्या कुपींतल्या चहाचा वास घ्या व त्यांतला थोडा चहा जिभेवर ठेवून पहा. काचपात्रांतल्या पाण्यास चव व वास आहेत तीं कशाचीं?—चहाचीं.—ह्या काचपात्रांतलें पाणी दुसऱ्या भांड्यांत गाळून घेऊन त्यांत थोडी साखर आणि दूध घातलें कीं, तो आपण पितों तसा चहा बनेल. चहा गाळून व त्यांत थोडें दूध व साखर घालून तो मुलांस चाखून पाहण्यास द्यावा.

चहा गाळून घेतल्यावर काचपात्रांत चोथा राहील त्यांतील दोन चार सबंध पानें निवडून तीं हलक्या हातानें टिपकागदावर पसरावीं, व वर दुसरा टिपकागदाचा तुकडा घालून व किंचित दाबून तीं सुकवावीं. मुलांनो, पिण्याचा चहा कसा बनतो, त्यास रंग कसा येतो, त्याची रुचि व वास हीं कशीं असतात, हें तुह्माला सर्व समजलें. पण चहा हा काय पदार्थ आहे हें तुह्माला ठाऊक आहे काय? ह्या कुपींतला थोडा चहा व ह्या काचपात्रांतलाच टिपकागदावर कोरडा केलेला चहा पाहून सांगा.—चहा हीं झाडाचीं पानें आहेत.—बरोबर. चहाच्या झाडाचें चित्र किंवा फळ्यावरील आकृति दाखवावी. चहाचें झाड असतें. त्याचा मोठा वृक्ष होत नाहीं. त्याचीं पानें लांबट व टोंकदार असून त्यांच्या कडांवर दांते असतात. पानें पूर्णपणें वाढूं दिलीं तर तीं चार पांच इंच लांब होतात. पण चहा तयार करणारे लोक तीं दोन इंचांहून जास्त वाढूं देतच नाहींत. निरगुडीचीं पानें मुलांस दाखवावीं. चहाचीं पानेंही तशींच मऊ व गुळगुळीत पण त्यांहून जाड असतात. निरगुडीसारख्या झुडपांचीं व मोठ्या वृक्षांचीं पानें हिंवाळ्यांत पिकून गळून पडतात व मग त्यांस नवी पालवी फुटते. चहाच्या झाडाचीं पानें गळून पडत नाहींत. तें सदोदित हिरवेंगार राहतें. त्यास सुंदर पांढरीं फुलें येतात. त्यांच्यामध्यें पिवळे केसर असतात. चहाच्या झाडास बारीक शेंगा येतात. शेंगा पिकल्यावर त्यांतून मिऱ्या एवढाले तीन काळे दाणे किंवा बिया निघतात. चहाचा मळा दिसण्यांत मोठा सुरेख दिसतो. चहाचीं

झाडें उष्ण प्रदेशांत डोंगरांच्या उतरणींवर होतात. आपल्या देशांत पुष्कळ ठिकाणीं चहा तयार होतो. नकाशावर आसाम, निलगिरि हीं ठिकाणें दाखवावीं. चहाच्या झाडाचीं फक्त पानें आपल्या उपयोगीं पडतात. हा कुपींतला चहा पुन्हा पहा. हा पानांसारखा दिसतो काय? ह्याचा रंगसुद्धां हिरवा नाहीं. चहाच्या झाडांची लागवड कशी करितात व त्यांच्या पानांपासून चहा कसा बनवतात तें पाहूं.

चहाच्या मळ्याचें चित्र मिळाल्यास दाखवावें. चहाच्या बिया हिंवाळ्यांत ओल्या मातींत ठेवितात, व त्या शिमग्याच्या महिन्याच्या सुमारास वाफ्यांत लावून त्यांचें रोप तयार करितात. रोप सुमारें एक वर्षाचें झालें ह्मणजे तेथून उपटितात व मळ्यांत रांगेनें लावितात. प्रत्येक दोन झाडांत निदान पांच सहा फूट अंतर ठेवितात. कां कीं आडव्या खांद्या वाढून पुढें त्यांचीं झुडपें बनावयाचीं असतात, व झाडांचीं पानें खुडण्याकरितां माणसांस मधून हिंडावयाचें असतें. चहाचीं झाडें तीन चार फुटांहून अधिक वाढूं देत नाहींत. त्यांची वरचेवर खची करितात, त्यामुळें त्यांस आडव्या खांद्या फुटून त्यांचीं झुडपें बनतात. झाडें चार वर्षांचीं होईपर्यंत त्यांचीं पानें खुडीत नाहींत. चौथ्या वर्षापासून पानें खुडण्यास आरंभ करितात. पानांचा खुडा दरसाल चारदां करितात. पहिला खुडा चैत्रांत करितात व नंतर महिन्या दीड महिन्याच्या अंतरानें पुढले खुडे करितात. हें पानें खुडण्याचें काम बहुधा बायका व मुलें करितात. पानें तोडितांना एकेक पान चिमटींत धरून आंगठ्याच्या नखानें हळूच व जपून तोडावें लागतें. पानें कोंवळीं असतांच तीं तोडावीं लागतात. कां कीं कोंवळ्या पानांचा मात्र उत्तम चहा बनतो. ही सर्व माहिती मुलींस नीट समजावून द्यावी.

चहाचीं पानें हिरवीं गार असून चहा काळा कसा बनतो? चहाचीं पानें बरींच जाड व तडतडीत असतात. तीं हातावर चोळल्यास मोडतात व त्यांचा रस हातास लागतो. सुक्या चहामध्यें रंग, रुचि व वास हे जे गुण असतात ते ह्या रसामुळेंच होत. चहाचीं पानें तोडून आणिल्यावर त्यांचे उघड्या हवेवर उन्हांत ढीग घालि-

तात. तेथें थोडा वेळ राहिल्यानें तीं कोमेजून लिबलिबीत होतात व त्यांचा हिरवा रंग जाऊन तीं काळसर होतात. मग तीं पानें थोडीं थोडीं घेऊन त्यांस मोठाल्या लोखंडी तव्यांवर थोडी आंच देतात. आंच दिल्यावर त्या पानांच्या हातानें भराभर गुंडाळ्या करितात व त्यांस पुन्हा बेताची आंच देऊन सुकवितात, ह्मणजे सुका चहा तयार होतो. पानें खुडल्यापासून सुका चहा तयार होईपर्यंतची ही कृति मुलींस नीट समजावून द्यावी.

हिरवा चहा मिळाल्यास दाखवावा. पानें खुडल्यावर त्यांचे हवेमध्यें ढीग न करितां त्यांस एकदमच तव्यांवर आंच देऊन त्यांच्या गुंडाळ्या करितात. ह्या कृतीनें सुक्या चहाचा रंग हिरवट राहतो.

चहाच्या ओल्या हिरव्या पानांस चहाचा वास व रुचि हीं मुळींच नसतात; तीं वर सांगितल्याप्रमाणें चहा तयार करितांना त्यांमध्यें येतात.

चहा पिण्याचा प्रघात अलीकडे पुष्कळ वाढला आहे. पण पुष्कळ बायांस चहा चांगला करितां येत नाहीं. चहा करण्यास चिनी मातीचें किंवा कल्हईचें भांडें घ्यावें. चहादाणी असल्यास फार उत्तम. चहादाणीसही आंतून कल्हई असावी. दुसऱ्या भांड्यांत पाण्यास आधण आणावें. नंतर चहादाणी किंवा चहा करण्याचें भांडें ऊन पाण्यानें स्वच्छ विसळून टाकावें. दर पेल्यास एक चमचा ह्याप्रमाणें चहा चहादाणींत घालून वर पाहिजे असेल तितके पेले आधणाचें पाणी ओतून लागलेंच झांकण लावून टाकावें. दुसरें एखादें भांडें चहा करण्यास घेतलें असल्यास आधण ओततांच त्याच्या तोंडावर गच्च बसेसें झांकण ठेवावें. आधण ओतिल्यावर पांच सहा मिनिटांनीं चहा गाळून घेऊन त्यांत साखर व दूध हीं बेतानें घालावीं. दर पेल्यास चमचाभर साखर व तीन चार चमचे दूध पुरे होतें. आधण ओतल्यावर भांड्यांत फार वेळ चहा गाळल्याशिवाय राहूं देऊं नये. तसेंच चहा चुलीवरच आधणांत वैरून उकळूं नये ह्या सर्व गोष्टींचीं कारणें तुह्मास पुढें कळतील. लहान मुलांमुलींनीं चहा मुळींच न पिणें चांगलें. मोठ्या माणसांनींही चहा-

ची संवय लावून घेऊं नये. त्यापासून एकंदरींत अपकार होतो. चहा घेणेंच तर तो वर सांगितल्याप्रमाणें करून घ्यावा.

पाठ एकावन्नावा.

काफी.

पाठाचें साहित्य.---दोन ताटल्या, काचपात्र, चमचा, चहादाणीभर आधणाचें पाणी, कच्चे बुंद, काफीची भुकी, दूध, साखर, शेगडी, तवा, कालथा, काफीच्या झाडाचें चित्र, पिकलेलीं बोरें, पिकून वाळलेलीं एक दोन बोरें, मिळाल्यास काफीच्या झाडाची फांदी, तगर व अडुळसा ह्यांचीं पानें व रुमाल.

मुलींनो, ह्या ताटलींत हें काय आहे? लांबूनच पाहून सांगा?—ती तपकिरी रंगाची तपकिरीसारखीच भुकटी दिसते आहे.---बरें, हिचा वास घेऊन पहा.---ही काफी आहे. हिला काफीचा चांगला सुवास येत आहे.---बरोबर. ती काफीच आहे. ही थोडी चाखून पहा.---काफीला चांगली चवही आहे.—ह्या काचपात्रांत थोडी काफी घालून तीवर हें चहादाणींतलें आधणाचें पाणी ओतितों. (आधण ओतण्यापूर्वीं काचपात्र ऊन पाण्यानें विसळून सारखें तापूं द्यावें. नाहीं तर तें आधण ओततांच फुटण्याचा संभव असतो.) हें काय झालें?---काफीचें पाणी. ह्या काफीच्या पाण्याचा रंग कसा आहे?—तपकिरी.---मी ह्या काचपात्रांत पाणी ओतिलें त्याचा रंग कसा होता?—त्याला रंग नव्हता.—मग ह्या काफीच्या पाण्याला तपकिरी रंग कशानें आला?—तींतील काफीच्या भुकटीनें.—ह्या काचपात्रांतल्या पाण्याचा वास घेऊन पहा व तें थोडें चाखून पहा.—पाण्याला काफीचा वास येत आहे व त्याला काफीची चव आहे.—काफीच्या भुकटीवर मी कढत पाणी ओतिल्यावर काय झालें सांगा पाहूं?—आधणाचें पाणी काफीवर ओतिल्यानें तिच्यांतला पुष्कळसा अंश पाण्यांत विरघळला, व

पाण्याला काफीची चव येऊन काफीचा वासही लागला.—बरोबर, ही काचपात्रांत तयार झालेली काफी पिण्यासारखी होण्यास आणखी काय केलें पाहिजे ?—ती गाळून घेऊन तींत दूध व साखर घातलीं पाहिजेत. काफी गाळून फडक्यावर राहिलेले काफीचे जाडे कण दाखवावे. ते विरघळण्याजोगे नव्हते. ते टाकून द्यावयाचे. त्यांचा कांहीं उपयोग नाहीं. मुलींच्या हें लक्षांत आणून द्यावें, व गाळलेल्या काफींत थोडें दूध व साखर घालून ती मुलींस चाखून पाहण्यास सांगावी. ती त्यांस घरीं केलेल्या काफीप्रमाणें लागेल.

भाजलेले बुंद मुलींस दाखवावे. त्यांच्या वासावरून व चवीवरून त्या काफींच्याच बिया आहेत व त्याच कुटून किंवा दळून काफीची भुकटी होते हें मुलींकडून काढून घ्यावें. काफीच्या बियांस बुंद म्हणतात. नंतर मुलींस न भाजलेले बुंद दाखवावे. मुली आकारावरून ते ओळखतील. त्यांचा वास घेण्यास व चव पाहण्यास सांगावें. त्यांस वास व चव हीं नाहींत, असें पाहून मुलींस चमत्कार वाटेल. पहिल्यानें दाखविलेल्या बुंदांस वास व चव होतीं, मग ह्यांस कां नाहींत ? तुह्माला चहाच्या पाठाची आठवण आहे काय ? चहाचीं ताजीं खुडलेलीं पानें कशीं असतात ?—त्यांस वास व चव हीं नसतात.—तीं त्यांस केव्हां येतात ?—आंच देऊन सुकविल्यावर.—तर मग ह्या पहिल्यानें दाखविलेल्या बुंदांस वास व चव हीं कशानें आलीं असावीं ?—भाजल्यानें.—अगदीं बरोबर. पिण्याची काफी तयार करण्याकरितां आपण भाजलेल्या बुंदांची भुकटी घेतों, हें तुह्माला समजलें. पण बुंद हें काय आहे ? बुंदाचा आकार कसा दिसतो ?—हरबऱ्याच्या डाळकणासारखा.—ह्यावरून बुंद हें काय असेलसें तुह्माला वाटतें ?—काफीच्या बीचीं तीं दोन छकलें असावीं.—होय. हे दोन बुंद चापट बाजू एकमेकांस लावून जुळले ह्मणजे एका वाटोळ्या बीसारखा आकार दिसतो खरा, पण एकेक बुंद हें बीचें अर्धूक नाहीं, तर ती सबंध बीच आहे. काफीच्या लहानशा वाटोळ्या फळांत अशा दोन बिया असतात. उष्ण प्रदेशांत काफीचीं झाडें होतात. आपल्या-

इकडे काफीचीं झाडें होतात, व पुष्कळ ठिकाणीं त्यांचे मळे आहेत. काफीच्या झाडाचें चित्र दाखवावें.साधल्यास प्रत्यक्ष झाड किंवा त्याची फांदी दाखवावी. काफीच्या लागवडीचीं स्थळें नकाशावर दाखवावीं. काफीचीं पानें अडुळसा किंवा तगर ह्यांच्या पानांच्या आकाराचीं असतात, ह्मणजे त्यांचा आकार बराच लांबट असून टोंकदार असतो. त्यांचा रंग तुकतुकीत हिरवा असतो. काफीच्या झाडाचीं पानें कधीं सर्व गळून जात नाहींत, ह्यामुळें तें झाड नेहमीं हिरवें दिसतें. काफीचें झाड सुमारें अडीच तीन पुरुष ह्मणजे पंधरापासून वीस फुटांपर्यंत वाढतें. पण त्यास इतकें वाढूं देत नाहींत. त्याचा जोर व विस्तार वाढण्याकरितां त्यास वारंवार खची करितात, व त्याची उंची फार तर बारा फूट होऊं देतात. त्यास सुंदर लहान पांढरीं फुलें येतात. काफीच्या झाडास बोराएवढालीं वाटोळीं व लालभडक फळें येतात. त्यांची वरची साल व गीर हीं अगदीं बोरासारखींच असतात. बोरांत एकच वाटोळी बी असते, व काफीच्या फळांत एका बाजूनें चापट अशा दोन बिया असतात, इतकाच ह्या दोहोंत फरक आहे. ही सर्व माहिती मुलींस नीट समजावून द्यावी.

काफीचीं फळें पिकूं लागलीं ह्मणजे झाडावर चढून तें हालवितात. झाड हालविल्यानें बोरांप्रमाणेंच पिकलेलीं फळें असतील तेवढींच गळतात. तीं खालीं कापडाच्या झोळ्या पसरून त्यांत झेलितात. तुह्मी पिकलेल्या बोरांच्या वरची साल व गीर खाऊन बिया टाकून देतां. पण काफीच्या फळांतील बिया पाहिजे असतात, त्यांच्या सालीचा व गिराचा कांहीं उपयोग नसतो. काफीचीं फळें गोळा केल्यावर तीं जमिनीवर उन्हांत पसरून ठेवितात. थोड्याच वेळानें गीर व साल अगदीं साफ सुकून जाऊन बियांच्या भोंवतीं त्यांचें नुसतें पातळ कवच बनतें. मुलींस सुकलेलें बोर दाखवून त्यावरून काफीच्या फळाची त्यांस कल्पना आणून द्यावी. तीं फळें चांगलीं वाळल्यावर त्यांचा ढीग करून तो दांडक्यानें कुटतात, किंवा एका प्रकारच्या चरकांतून तीं दाबून कांढितात, ह्मणजे त्यांच्यावरचें टरफल फुटून बिया सुटतात. नंतर धान्य वारवतात त्याप्रमाणें बिया असलेलें तें

भुसकट वारवलें ह्मणजे टरफलांचें भुसकट उडून जाऊन नुसत्या बियांची निराळी रास होते. ही कृति मुलींस नीट समजावून द्यावी.

अशा रीतीनें कच्चे बुंद तयार होतात. ते मोठाल्या काहिलींत घालून त्यांस बेताची आंच देतात व मग ते दळतात किंवा कुट-तात, ह्मणजे काफीची भुकटी तयार होते. बाजारांत काफीची भुकटी मिळते, व कच्चे बुंदही मिळतात. कच्चे बुंद आणल्यास आपल्याला ते घरीं भाजावे लागतात. शेगडीवर तवा ठेवून व बेताची आंच देऊन बुंद कसे भाजावे, ते करपूं नयेत ह्मणून वरचेवर कसे हालवावे, हें मुलींस प्रत्यक्ष दाखवावें. बुंद नुसते भाजण्याऐवजीं तव्यावर थोडें तूप टाकून बुंद परततात. तुपावर परतल्यानें बुंदांस एक प्रकारचा खमंगपणा येतो. पिण्याकरितां काफी तयार करितांना ती पुष्कळ वेळ पाण्यांत उकळतात, पण तसें करण्याचें कारण नाहीं. उलट ती अपायकारकही होते. काफी चांगली बारीक कुटलेली किंवा दळलेली असली, म्हणजे तिच्यावर आधणाचें पाणी ओतिल्यापासून सुमारें पांच सात मिनिटांत तिच्या-तील मुख्य अंश पाण्यांत विरघळतो. मग तें पाणी गाळून घेऊन त्यांत दूध व साखर हीं घालावीं, म्हणजे पिण्याकरितां उत्तम काफी तयार होते. मुलींस ही कृति आरंभीं दाखविलेलीच असते, तिची आठवण द्यावी.

काफी प्याल्यानें हुशारी येते, म्हणून चहाप्रमाणें काफी पिण्या-चाही पुष्कळ प्रघात पडला आहे. परंतु रोज काफी पिणें हें एकं-दरींत चांगलें नाहीं. लहान मुलांमुलींनीं तर ती मुळींच पिऊं नये हें चांगलें. ती प्याल्यानें झोंप कमी होते, व भूकही कमी होते. तिच्यांत हे दोष कां व कसे येतात, ती प्याल्यानें हुशारी कां येते, तसेंच तिच्यांत कांहीं गुण आहेत कीं काय, हें तुम्हाला पुढें कळेल. आज दिलेली माहिती तुम्हाला तूर्त पुरे.

परिशिष्ट पहिलें.

चित्रकलादि व्यवसायांसंबंधानें सूचना.

पदार्थपाठमाला गुच्छ पहिला, यांतील पहिलें परिशिष्ट अवश्य वाचावें. चित्रकलादि व्यवसायांसंबंधानें तेथें जें लिहिलें आहे, तेंच एथेंही लागू असल्यामुळें त्याची द्विरुक्ति करण्याचें कारण नाहीं. ह्या पुस्तकांतील वस्तुपाठांस अनुलक्षून कोणत्या व्यवसायाचे पाठ द्यावे ह्याचा खुलासा दुसऱ्या परिशिष्टांत केला आहे, व चित्रकलेच्या पाठांकरितां चित्रें व आकृति तिसऱ्या परिशिष्टांत दिलीं आहेत.

परिशिष्ट दुसरें.

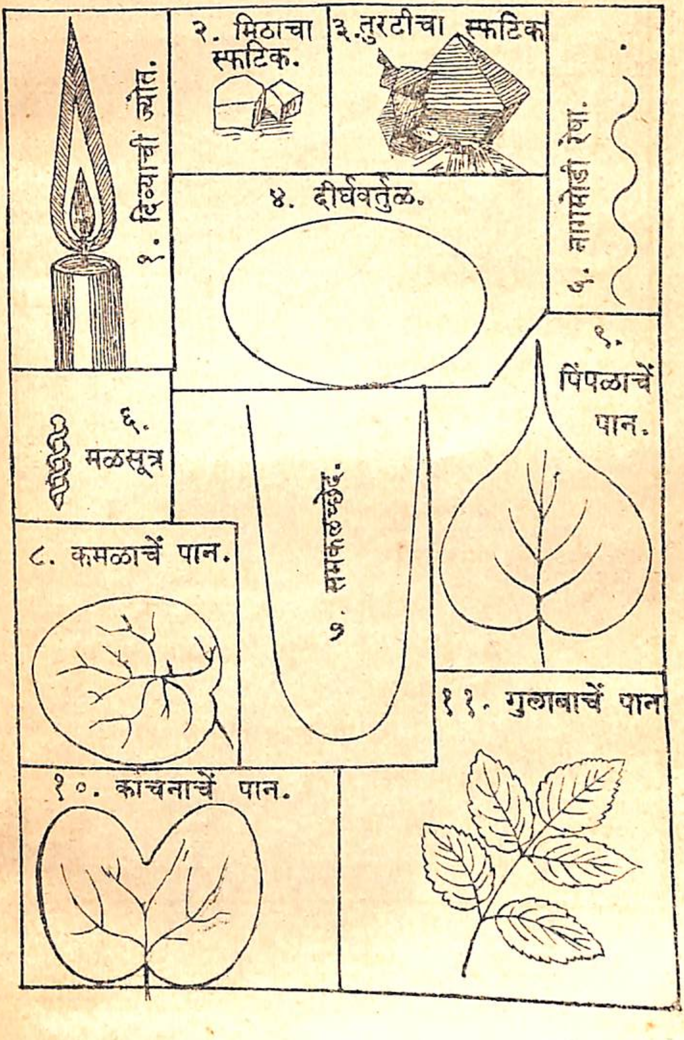
चित्रकलादि व्यवसायांचे पाठ.

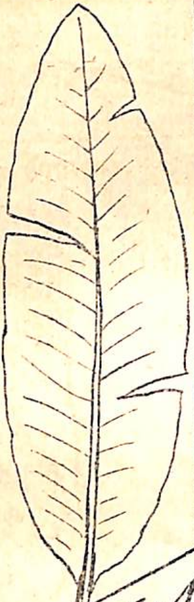
पुस्तकांतील पाठ.	पाठास अनुलक्षून शिकविण्याचीं चित्रें व आकृति.
	१. चित्रकला.
२.	१. दिव्याची ज्योत.
५.	२. मिठाचा स्फटिक. ३. तुरटीचा स्फटिक.
६.	४. दीर्घवर्तुळ.
७.	५. नागमोडी रेषा. ६. मळसूत्र.
८.	७. समकलच्छेद.
९.	पानें.—८. कमळ. ९. पिंपळ. १०. कांचन. ११. गुलाब. १२. केळ. १३. आंबा. १४. पळस. १५. गवत. १६. कोरफड. १७. एरंड. १८. अगस्ता.

पुस्तकांतील पाठ.	पाठास अनुलक्षून शिकविण्याचीं चित्रें व आकृति.
३३.	१९. कुत्रा.
३४.	२०. लांडगा. २१. कोल्हा.
३५.	२२. मांजर.
३६.	२३. सिंह. २४. वाघ.
३७.	२५. मधमाशी.
४८.	२६. घड्याळ.
४९.	२७. तराजू.
५०.	२८. चहाचें पान.
५१.	२९. काफीचें पान.
	२. कागदाचें कातरकाम.
६.	१. दीर्घवर्तुळ.
८.	२. समकलच्छेद.
९.	पानें.—३. कमळ. ४. पिंपळ. ५. कांचन. ६. गुलाब. ७. आंबा. ८. पळस. ९. एरंड. १०. अगस्ता.
	३. मातीच्या प्रतिमा.
१०.	१. पेचाचा खिळा (स्क्रू).
११.	पानें.—२. पिंपळ. ३. गुलाब. ४. केल ५. मिठागर. (सर्व मुलांनीं मिळून एकच तयार करणें)

परिशिष्ट तिसरें.

चित्रकलेच्या पाठांकरितां चित्रें व आकृति.

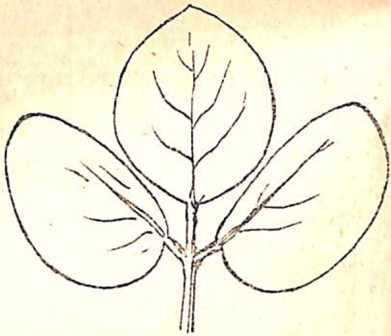




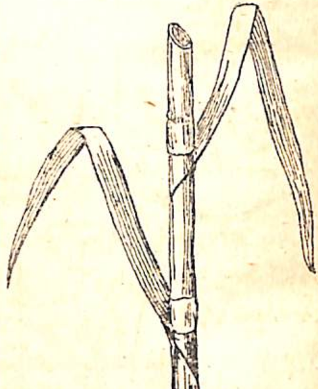
१२. केळीचें पान.



१३. आंब्याचें पान.



१४. पळसाचें पान.

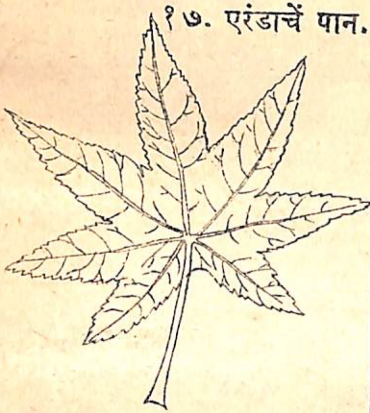


१५. गवताची पाती.

१६. कोरफडाची पाती.



१७. एरंडाचें पान.



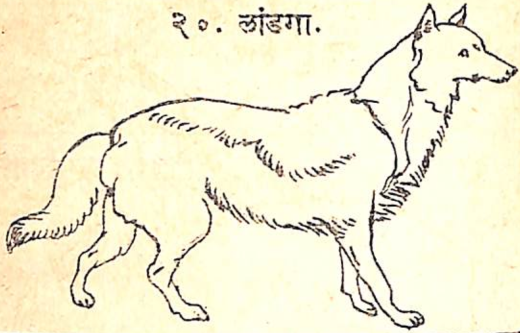
१८. अगस्त्याचें पान.



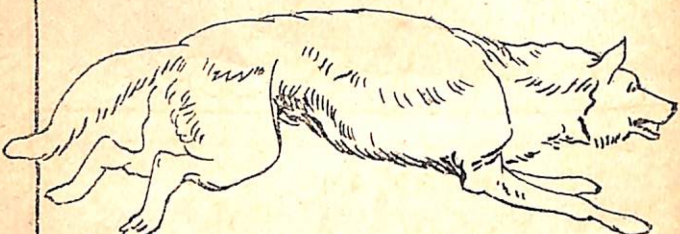
१९. कुत्रा.



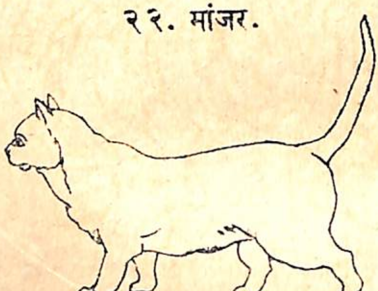
२०. लांडगा.



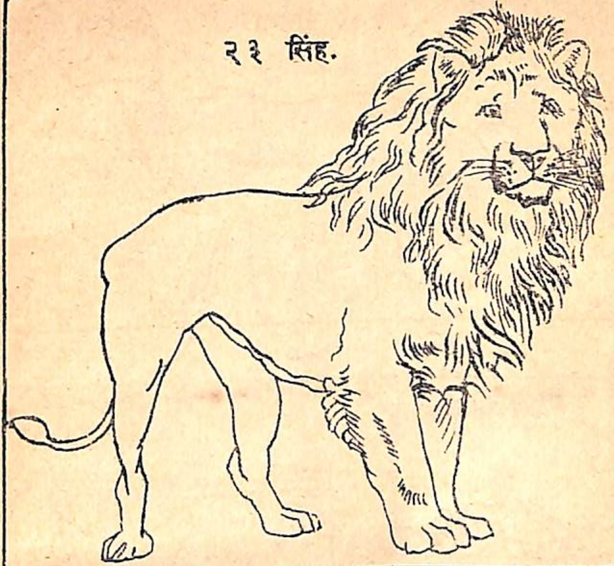
२१: कोल्हा.



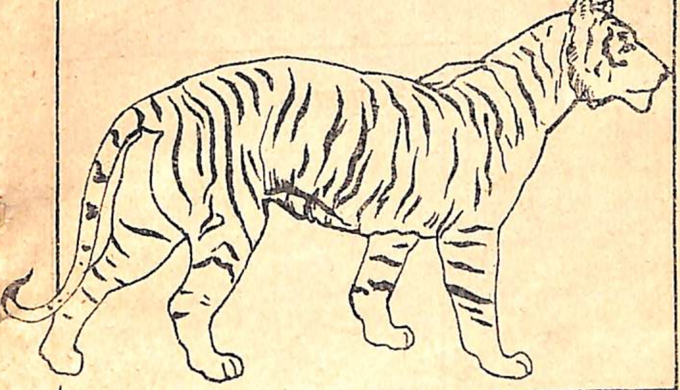
२२. मांजर.



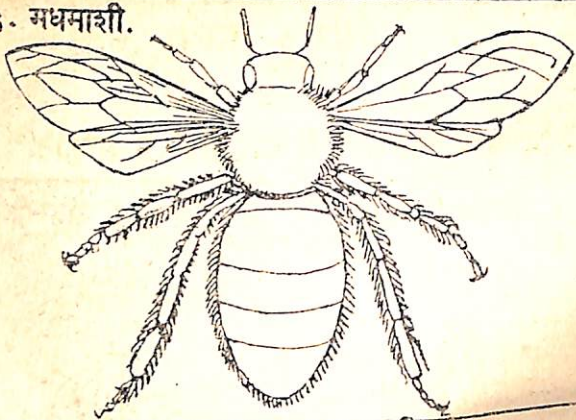
२३ सिंह.



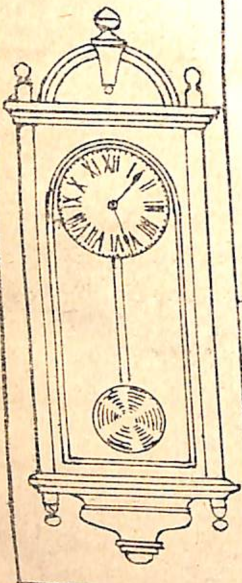
२४. वाघ.

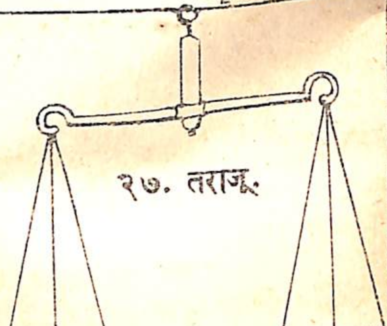


२५. मधमाशी.



२६. घड्याळ.





२७. तराजू.

२८. चहाचें पान.



२९. काफीचें पान.



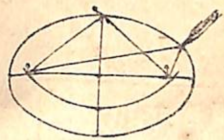
परिशिष्ट चौथें.

विषयस्पष्टीकरणार्थ दिलेलीं चित्रें व आकृति.

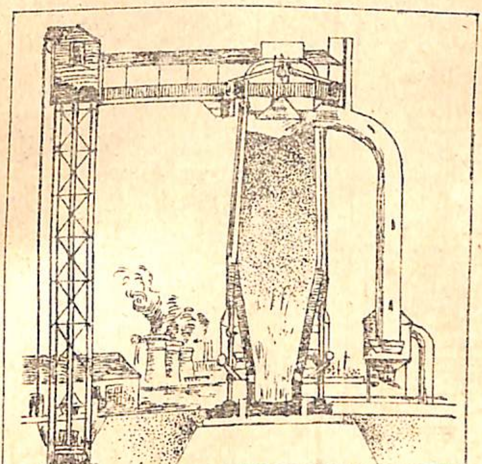
१. दिव्याची ज्योत.



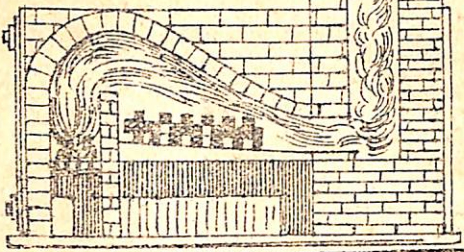
२. दीर्घवर्तुळ काढण्याची रीति.



३. लोखंड शुद्ध करण्याची भट्टी.

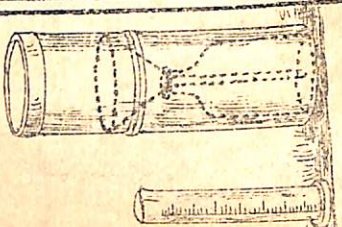


५. घडींव लोखंड करण्याची भट्टी.



६. ढगांचे प्रकार.



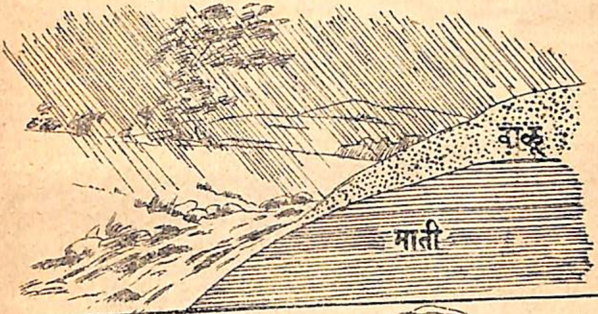


७. पर्जन्यमापक.

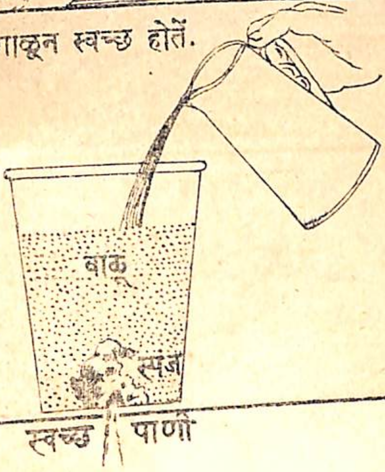
७. वाळू व चिखल यांच्या सांध्यावरून पाणी सांडतें.



८. झरा कसा उत्पन्न होतो.



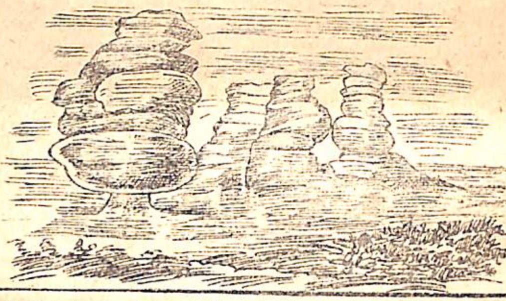
९. पाणी गाळून स्वच्छ होतें.



१०. नदीचें पात्र.



११. वाऱ्यांचा खडकांवर परिणाम.



१२. खडकांत पाणी सांचून व मग तें गोठून खडक कसे फुटतात.

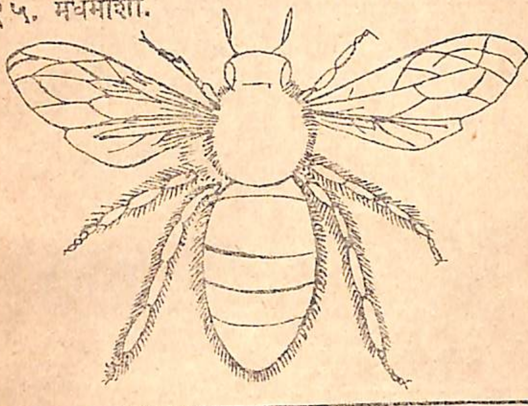




मांजराच्या दांतांची रचना.



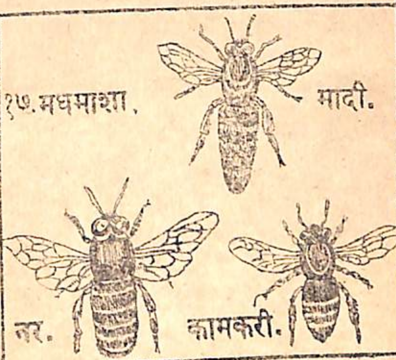
१४. कुत्र्याच्या दांतांची रचना.



१५. मधमाशी.

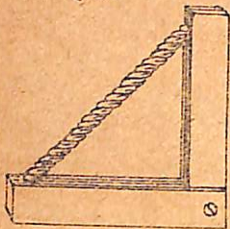


१६ फुलांत शिरलेली मधमाशी.



१७. मधमाशा.

१८. स्नायूचें आकुंचन कसें होतें.



१९. त्वचा.



२१. काफीची फांदी.



२०. चहाची फांदी.

